CAPSULA ESPACIAL

Revista digital de astronáutica y espacio
Nº 37-2019

OBJETIVO COMETAS

Cometary Explorer
Armada Halley
Deep Space-1
Stardust
Rosetta

Estimados Lectores

En esta edición de Capsula Espacial, damos a conocer varios proyectos y distintas naves que se enviaron a estudiar los cometas, desde aquellas que simplemente fotografiaban al cuerpo celeste como en el caso de algunos telescopios espaciales, hasta las naves que trajeron restos de polvo; observaciones de núcleos cometarios estudiados con características muy distintas, cometas oscuros como el famoso 1P/Halley y el 19P/Borrelly hasta la blanca superficie del cometa 9P/Tempel-1, con forma de maní apenas cohesionados como el cometa 103P/Hartley-2, y cuerpos esféricos llenos de cráteres como el cometa 81P/Wild, así como también hacemos un repaso por el futuro en la exploración de estos más que interesantes cuerpos celestes.

Las naves y los proyectos están en un orden cronológico de acuerdo a su lanzamiento y en algunos casos el acercamiento al cometa.

Muchas Gracias

Biagi Juan

Contacto

https://capsula-espacial.blogspot.com

https://www.instagram.com/capsula_espacial/

r.capsula.espacial@gmail.com

Portada: La Armada Halley en busca de su encuentro con el cometa 1P/Halley

Contenido

Propuesta de estudio al 6P/D'Arrest (1965)

Cometary Explorer 26P/Grigg-Skjellerup y 21P/Giacobini-Zinner (1973)

Vela Halley y Heliogyro - 1P/Halley (1975)

Voyager-1 Voyager-2 - Kohler (1977)

Misiones al cometa 2P/Encke (1974) (1980) (1985)

IUE - Varios cometas (1978)

Halley Ion Drive - 1P/Halley (1982)

IRAS (1983)

SPARTAN-203 - 1P/Halley (1986)

Pioneer Venus 1 - 1P/Halley (1986)

Armada Halley - 1P/Halley (1986)

International Cometary Explorer - 1P/Halley (1986)

Vega-1 y Vega-2

Suisei y Sakigake

Sakigake

Suisei

Giotto - 1P/Halley (1986)

Giotto - 26P/Grigg-Skjellerup (1990)

HST - Varios cometas (1990)

CRAF - 10P/Tempel-2 (1992)

SOHO – Varios cometas (1995)

Deep Space 1 - 19P/Borrelly (1998)

Stardust - 81P/Wild 2 (1999)

NExT - 9P/Tempel-1 (2011)

COmet Nucleus - TOUR 2/P Encke (2002)

Deep Impact - 9P/Tempel 1(2005)

Ulysses C/2006 - P1 Mc Naught

Epoxi - 103P/Hartley-2

Rosetta - 63P/Chiurumov Gerasimenko (2015)

Zheng He - 133P/Elst-Pizarro (2022)

Caroline - 133P/Elst-Pizarro (2021)

CAESAR - 63P/Chiurumov Gerasimenko (2024)

Castalia – 133P/Elst-Pizarro

Comet Interceptor (2028)

Comet Hitchhiker

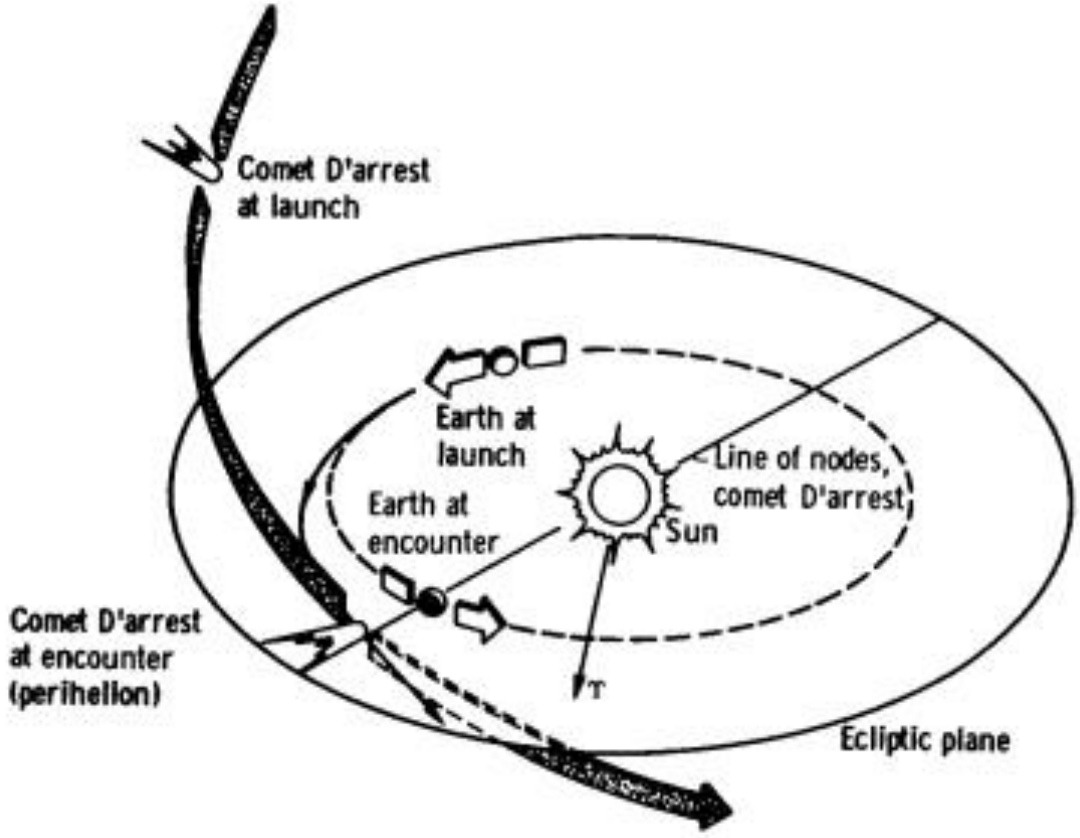
Propuesta de estudio al 6P/D'Arrest (1965)

La propuesta para lo que hubiera sido la primera misión cometaria de la historia se realizó en base a un estudio financiado por la NASA en marzo de 1965 del Instituto de Investigaciones del Instituto de Tecnología de Illinois (IITRI) que destacó la oportunidad de estudiar el cometa D´Arrest en 1976 como la más favorable de todas las oportunidades de misiones cometarias entre 1965 y 1986.

La fecha clave estaba dentro de una ventana de lanzamiento entre el 22-03 al 21-04 de 1976, siendo lanzada a bordo de un cohete Atlas, el viaje duraría entre 115 y 145 días, la velocidad del sobrevuelo sería a 46000 Km/h, obviamente el sobrevuelo no duraría mucho (solo 4 horas dentro de la distancia de menos de 100000 kilómetros del objetivo) lo que implicaba que los objetivos científicos tendrían que ser limitados.

El cometa 6P/D'Arrest es un cometa débil y gastado que tiene una órbita cuyo afelio es muy cercano a la órbita de Júpiter y su perihelio muy cercano a la órbita terrestre (esta última circunstancia hacía que el perihelio de 1976 fuera a menos de 0,16 U.A.) la proximidad a la Tierra del encuentro de la sonda con el cometa facilitarían las comunicaciones y permitirían que los observatorios terrestres monitorearan el cometa durante el sobrevuelo.

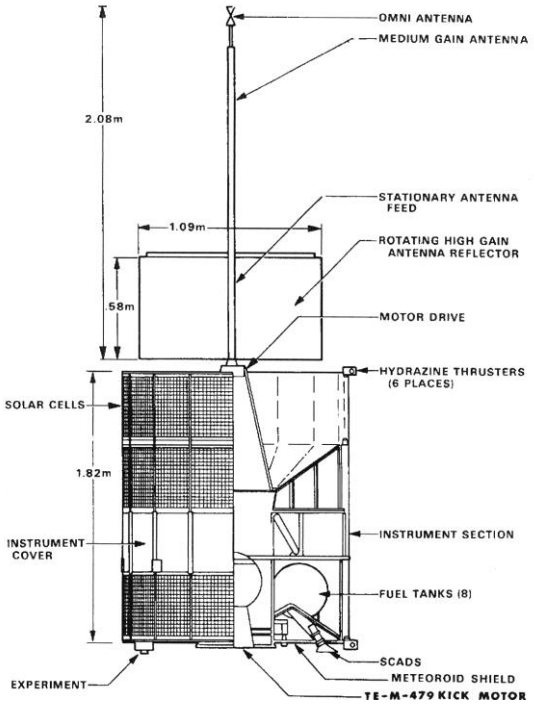
Las observaciones serían muy necesarias por los probables cambios orbitales que provocaría la cercanía de Júpiter y con los telescopios disponibles en 1965, sería posible monitorearlo a partir de la magnitud 20 a 7 u 8 meses antes del sobrevuelo de 1976, finalmente cancelada, la misión cometaria no pasó de ser un proyecto interesante.

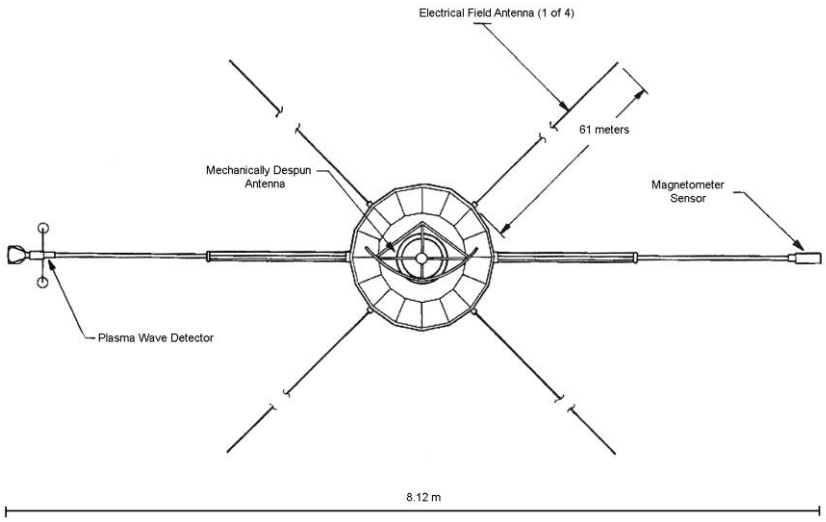


Cometary Explorer - 26P/Grigg-Skjellerup y 21P/Giacobini-Zinner (1973)

En noviembre de 1973 un equipo del Goddard Space Flight Center (denominado Cometary Explorer Study Group) completó un informe para la Oficina de Estudios Cometarios del GSFC que presentó un diseño para una misión dual de bajo costo para estudios cometarios, uno de los propósitos de la misión (cuyo objetivo era llevar a cabo intercepciones balísticas a los cometas 26P/Grigg-Skjellerup y 21P/Giacobini-Zinner en 1977 y 1979 respectivamente), sería la de proporcionar experiencia útil en la preparación de una misión hacia el cometa Halley, el Cometary Explorer Study Group basó su nave espacial de 450 Kg en el diseño de forma de tambor del satélite Explorer 43/IMP-H (lanzado el 13-03-1971) la estructura básica de la nave espacial comprendería cuatro anillos apilados de 16 lados, de estos, tres eran anillos de células solares que juntos podrían generar 162 vatios de electricidad, el cuarto era un anillo de instrumentos, dentro del cual se montaba la mayor parte de los instrumentos científicos, también llevaría cuatro antenas de cable de 61 m de distancia espaciadas para medir campos eléctricos interplanetarios y un par de plumas de instrumentos de aproximadamente 3 m de longitud, la estructura principal mediría aproximadamente 1,4 m de ancho y 1,8 m de alto, la nave giraría sobre su eje al menos 15 veces por minuto para garantizar la estabilidad giroscópica.

La mayoría de su equipo no se vería afectado por su giro e incluso sería ayudado por él, la gravedad artificial que generaría el giro dentro de la nave espacial ayudaría a mover el propelente de hidracina de los 8 tanques presurizados en el anillo de células solares, por otro lado, el reflector de antena de alta ganancia (montado en la parte superior) sería inútil al girar debido a que tendría que permanecer apuntando hacia la Tierra durante gran parte de la misión, incluiría también un motor en su base que lo haría girar en contra del giro de la nave espacial para poder permanecer estacionario; la nave despegaría desde Cabo Cañaveral a bordo de un cohete Delta el 4-11-1976, después de separarse de su vehículo portador, un motor de cohete de propulsante sólido TE-364-4 colocaría al Cometary Explorer en un curso de intercepción balística hacia el cometa 26P/Grigg-Skjellerup y luego se separaría; finalmente los propulsores de hidracina de la sonda modificarían su trayectoria para ayudar a asegurar una intercepción exitosa, se encontraría con el cometa Grigg-Skjellerup el 11-04-1977 a una distancia de la Tierra de 0,2 U.A. además de recopilar datos sobre las interacciones del cometa con el Sol y el espacio interplanetario, la composición de su gas y polvo, los científicos intentarían obtener imágenes del núcleo, el encuentro con el cometa 21P/Giacobini-Zinner ocurriría a 1,83 U.A. desde la Tierra el 19-02-1979, la nave espacial y el cometa volarían a una velocidad relativa de 55000 Km/h, finalmente esta nave no fue enviada al espacio





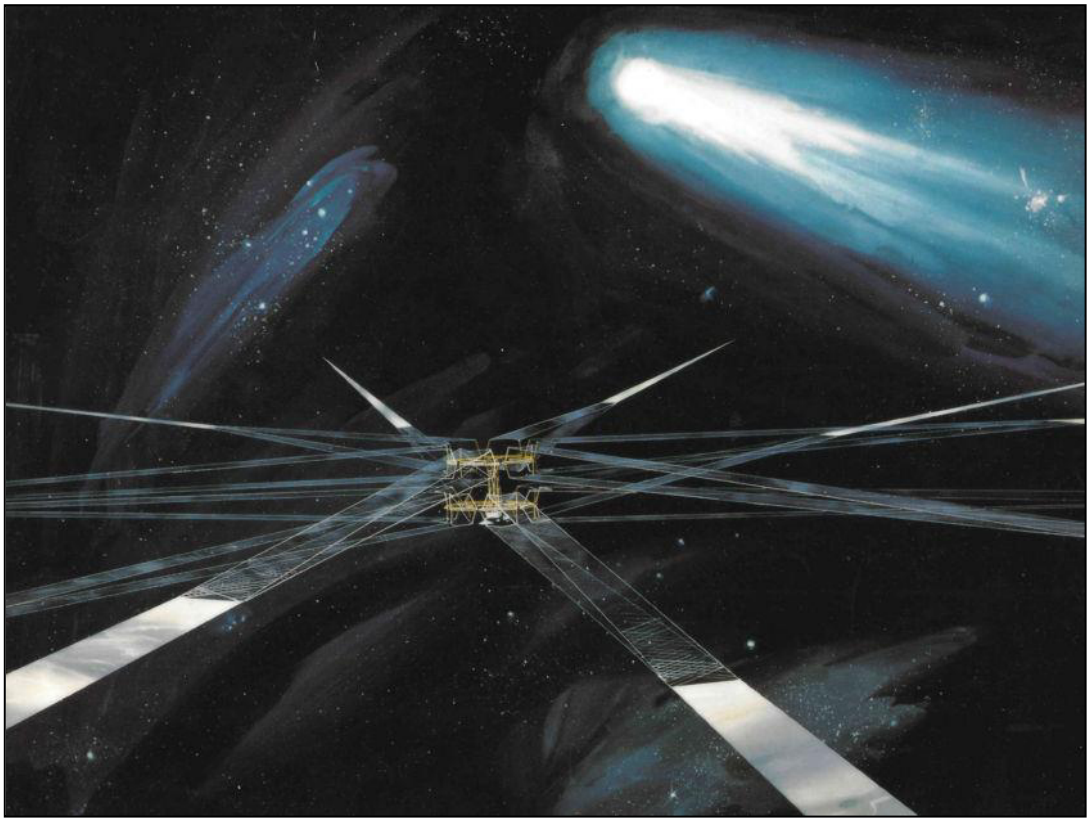
Vela Halley y Heliogyro - 1P/Halley (1975)

A diferencia de los cohetes químicos, las velas solares aceleran lenta pero continuamente, y en última instancia puede alcanzar velocidades mucho más altas dependiendo del ángulo de la vela, la fuerza de la luz solar puede disminuir o aumentar la velocidad orbital de una nave espacial.

La Vela Halley primero disminuiría su velocidad, girando en espiral hacia el Sol, allí, la energía del Sol transferiría enormes cantidades de impulso a la vela, enviándola hacia una órbita diferente; la NASA estaba interesada en la idea y financió un estudio preliminar de la Vela Halley y en 1975 se unieron ingenieros al JPL para trabajar en la idea, el equipo consideró dos diseños.

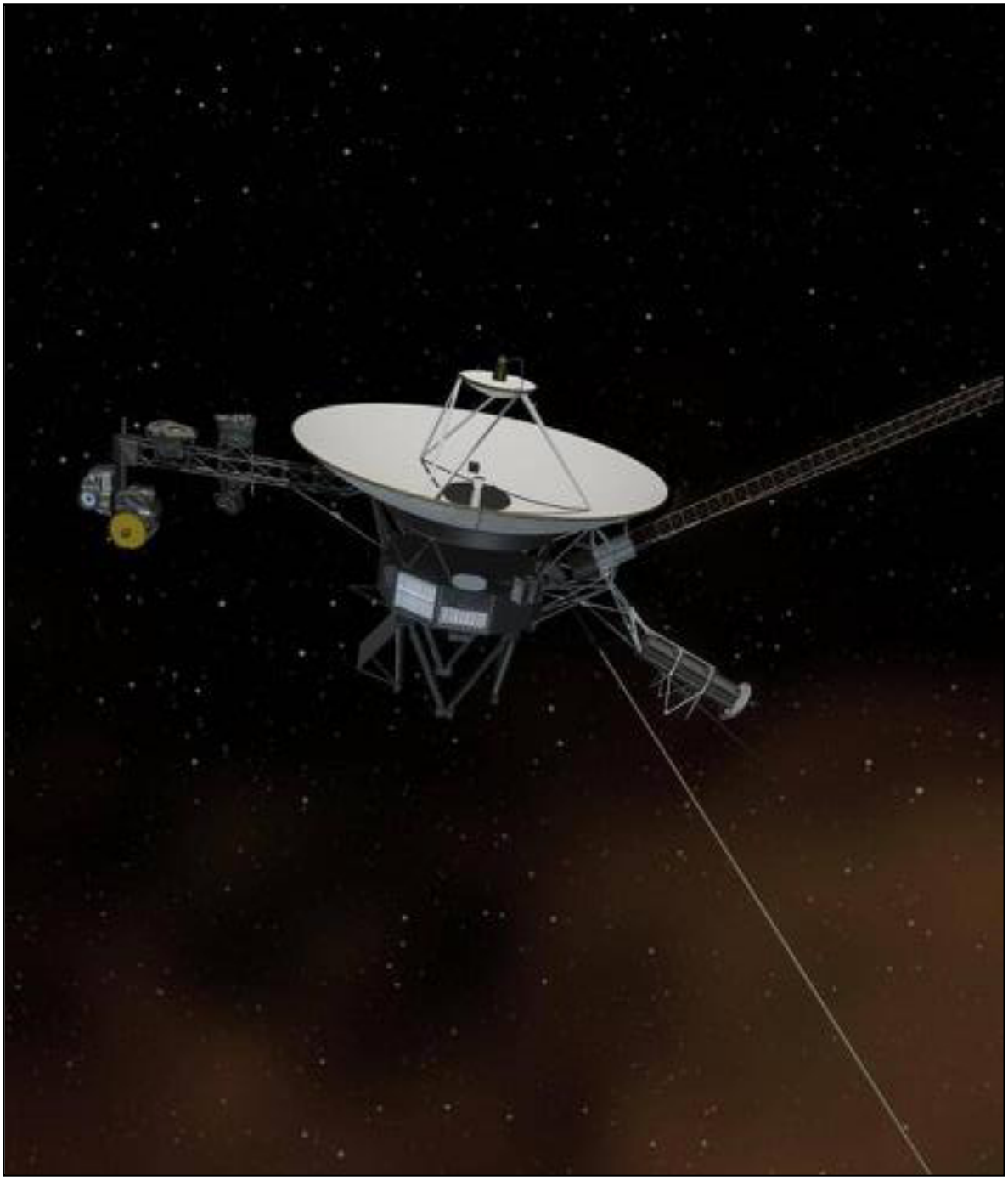
El primer diseño era una vela cuadrada que medía media 800x800 m, cuatro brazos en la parte trasera formarían la estructura de la vela, cada botavara tenía una pequeña veleta solar al final, que podía ser angulada para proporcionar control de actitud por una nave espacial en el centro, el diseño era simple y elegante, pero al equipo le preocupaba que la vela careciera de rigidez y pudiera tambalearse de una manera que no pudiera ser modelada o controlada, en 1978 había pasado sus estudios preliminares de diseño.

El segundo diseño, denominado Heliogyro, era similar a dos ventiladores de techo apilados, cada uno tenía seis aspas y giraba, dando a las velas una mayor estabilidad, pero debido a que todavía se necesitaba la misma superficie que la vela cuadrada, cada hoja tendría que tener más de 6 Km de largo, el desafío de guardar y desplegar una estructura tan grande en el espacio fue desalentador, hasta que se aprobó la construcción del STS en 1973, pudiendo llevar grandes volúmenes de carga útil y desplegarlas en el espacio; de 1978 a 1990, el Congreso y la Casa Blanca no aprobaron nuevas misiones planetarias, el JPL insistió en que una misión al cometa Halley era científicamente valiosa y argumentó que también captaría el entusiasmo público por la exploración planetaria, la misión tenía que lanzarse en 1982 para que la nave espacial tuviera tiempo suficiente para llegar al Halley, antes de que eso pudiera suceder, las técnicas de ensamble de las velas debían practicarse a bordo de un vuelo real del STS, sin embargo las misiones operativas fueron lanzadas muy tarde para la ventana de lanzamiento estimada para la vela solar con destino cometario, dándose por descartada la misión.



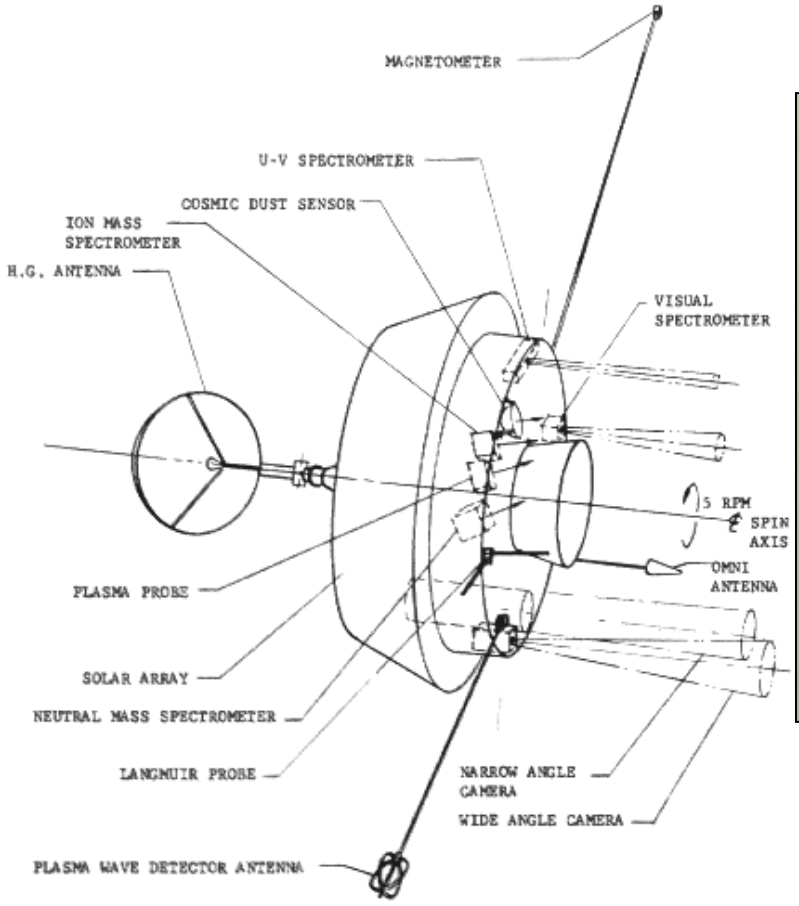
Voyager-1/Voyager-2 - Kohler (1977)

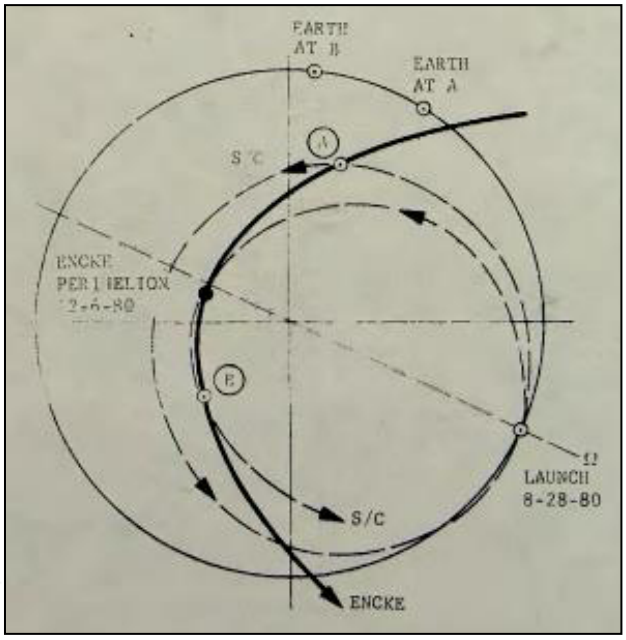
La sonda Voyager-1 el 20-10-1977 estaba a 39 millones de Km de la Tierra (habiendo sido lanzada el 5-09-1977) Voyager-2, a 48 millones de Km, todavía delante de su sonda gemela y aprovechando la ventaja de haber sido lanzada antes (20-08-1977) ambas naves tenían una oportunidad de estudiar un cometa recientemente descubierto, el 1977 XIV Kohler, cometa que se acercaba a la Tierra, con la que tendría su máximo acercamiento el 10-11-1977, la idea era que en fecha 2-11 (Voyager 2) y 8-11 (Voyager 1), cuando se acercaran al cometa, las sondas fueran programadas para lo que sería el primer acercamiento de una nave espacial a un cometa, la idea era osada, cambiar el programa de las sondas más ambiciosas lanzadas hasta ese momento, a pocos días de su despegue para estudiar un cometa descubierto luego del lanzamiento (por lo que nada se sabía de él) sin embargo se dejó de lado posteriormente, por cuanto el cometa se dirigía directo al Sol y la exposición directa de las cámaras de las sondas a la luz solar podría dañarlas.

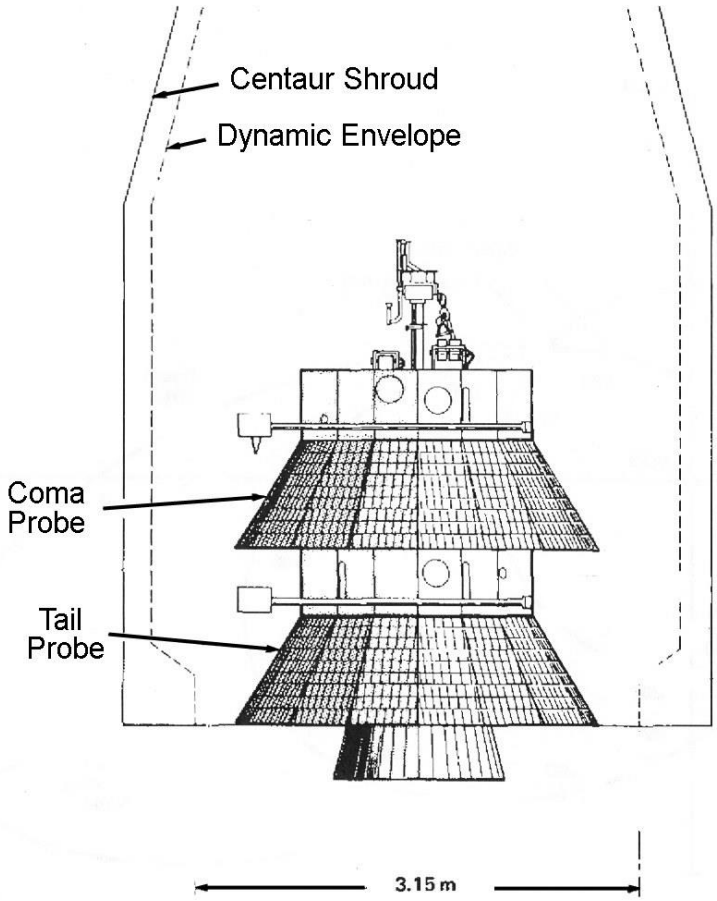


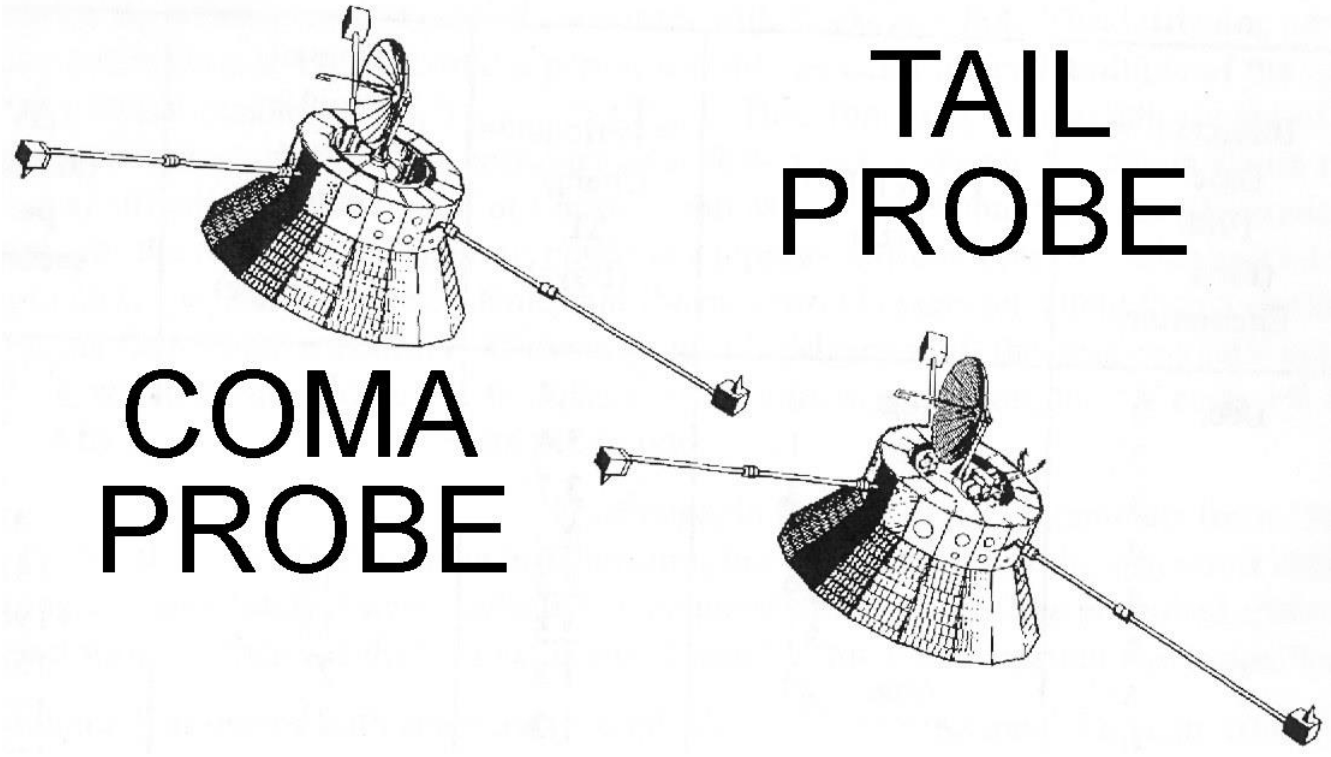
Misiones al 2P/Encke (1974) (1980) (1985)

En un proyecto del Goddard Space Flight Center de la NASA, se pensaba enviar dos sondas gemelas en el año 1974 en un mismo cohete y realizar un sobrevuelo balístico a baja velocidad del cometa Encke, siendo el primer paso hacia una exploración del más famoso de los cometas, el 1P/Halley, las sondas gemelas (con un peso total de 845 Kg) hubieran partido de la tierra el 28-08-1980 en un cohete Titán-E/Centaur y viajarían directo hacia el cometa en una trayectoria balística (tomando como modelo las naves germano-estadounidense de estudio del Sol Helios A y B) cuyo perihelio sería el 6-12-1980 sólo 3 días después del sobrevuelo, de hecho, la misma antena ubicada en la antigua Alemania Occidental que recibía los datos de las sondas Helios recibiría también los de las sondas al cometa 2P/Encke, las sondas gemelas se separarían inmediatamente después del perihelio y estudiarían una la cola y la otra la coma y llevarían instrumentos científicos comunes (espectrómetro de masa de iones, magnetómetros, analizadores de plasma y de electrones, detector de campos eléctricos y un detector y analizador de polvo) si todo saliera según lo planeado, la Sonda 1 no pasaría a más de 824 Km del núcleo y la sonda 2, mientras tanto, pasaría por la cola estrecha del cometa (que carecía de polvo detectable) y le tomaría fotografías, la falta de polvo reduciría la probabilidad de que las sondas sufrieran daños durante sus encuentros.

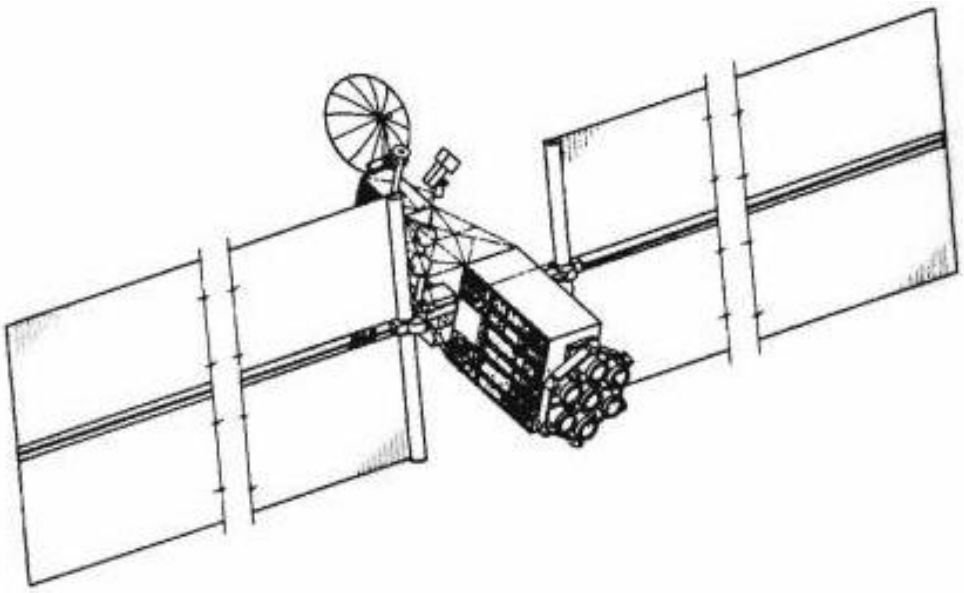





Centaur Shroud
Dynamic Envelope
Coma Probe
Tail Probe
3.15 m


TAIL PROBE
COMA PROBE

El Jet Propulsion Laboratory (JPL) desarrolló un proyecto de sonda basada en propulsión eléctrica solar que llegaría al cometa 2P/Encke en noviembre de 1980, lo que era una desventaja, ya que en esa línea temporal el núcleo estaría inactivo, además, el sistema de propulsión no había sido testeado.



Un grupo del Centro NASA/Ames presentó otro proyecto, el del sobrevuelo balístico a alta velocidad del cometa, el 18-08-1980 se lanzaría una nave espacial estabilizada por giro, similar a las naves espaciales Pioneer 10 y Pioneer 11 sobre un cohete Atlas/Centaur con una etapa de lanzamiento de propulsante sólido, luego de un viaje de 92 días, la nave pasaría por delante del cometa 2P/Encke el 18-11-1980 a una velocidad de 20,1 Km/s.

El grupo calculó que los impactos a alta velocidad con las partículas de polvo del cometa podrían destruir fácilmente la nave espacial en su paso rasante (permanecería a una distancia de 1000 Km del núcleo por solo 9 minutos) y que su cámara probablemente solo devolvería imágenes borrosas por el movimiento en la única oportunidad de obtener datos (suponiendo que tuviera tiempo para localizar el núcleo u otra característica importante del cometa).

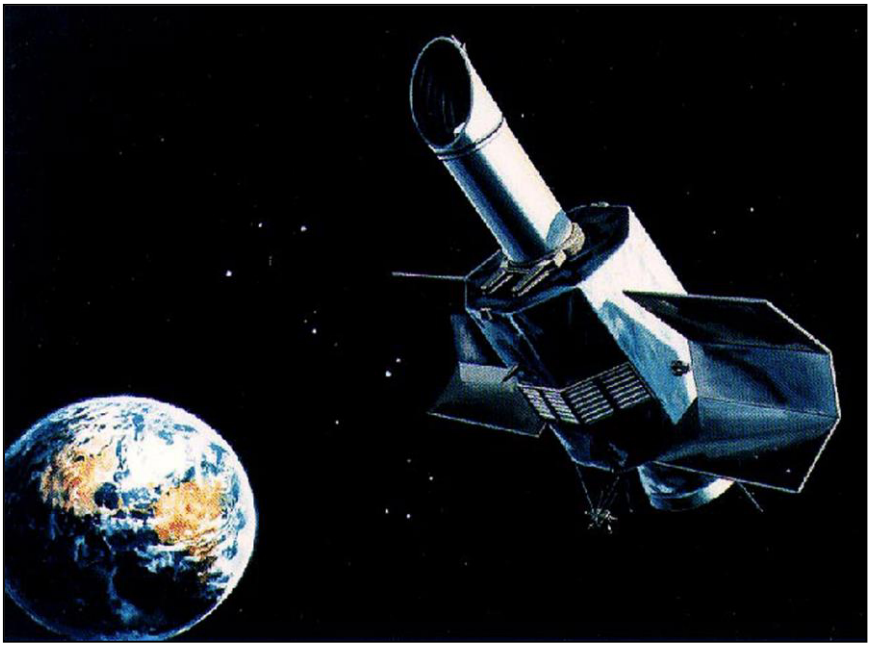
Se llegó a la conclusión de que, en comparación con los sobrevuelos rápidos con energía solar y balística, el sobrevuelo balístico lento era superior en todos los aspectos, sin embargo, la rivalidad entre los grupos de vuelo lento (solar-eléctrico) y de vuelo rápido dividió a la pequeña comunidad de defensores de la exploración de los cometas, lo que ayudó a asegurar que ninguna nave espacial explorara al cometa 2P/Encke en 1980.

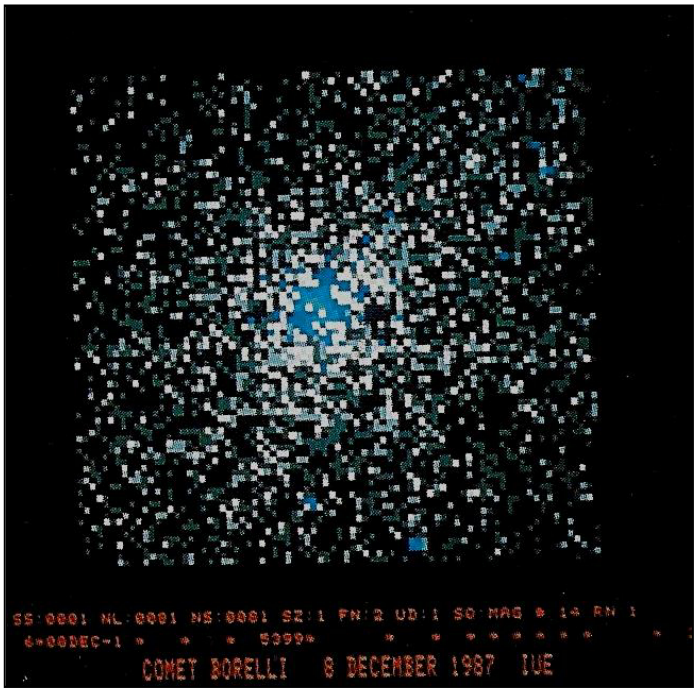
Otra propuesta fue estudiar el Cometa 2P/Encke de la misma manera, pero el lanzamiento ocurriría en marzo de 1985, la nave espacial llegaría en mayo de 1987 (50/60 días antes del perihelio) durante este momento particular del cometa Encke, la Tierra estaría en el lado opuesto en el Sistema Solar, esta situación no sería muy atractiva para observaciones ópticas en la Tierra del cometa 2P/Encke, y se tendrían dificultades en las comunicaciones con la nave espacial durante la cita, finalmente ninguna de las propuestas se llevaron a cabo.

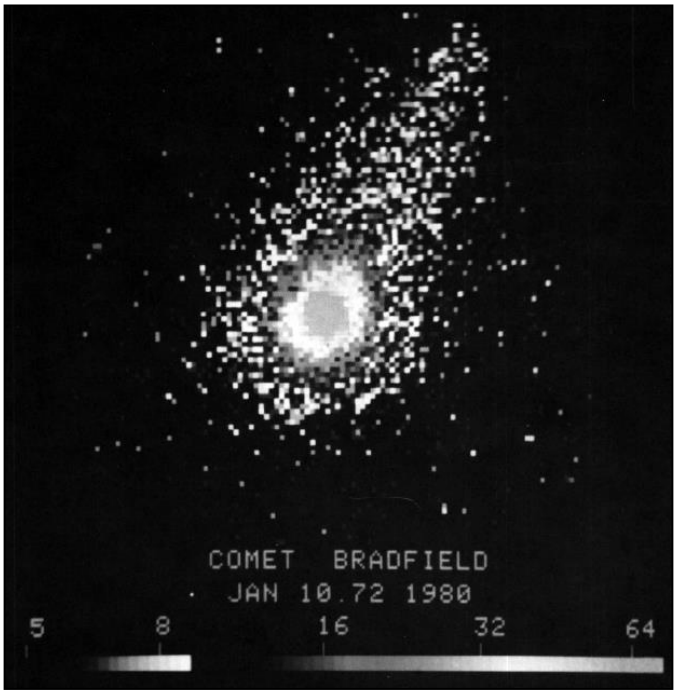
IUE - Varios cometas (1978)

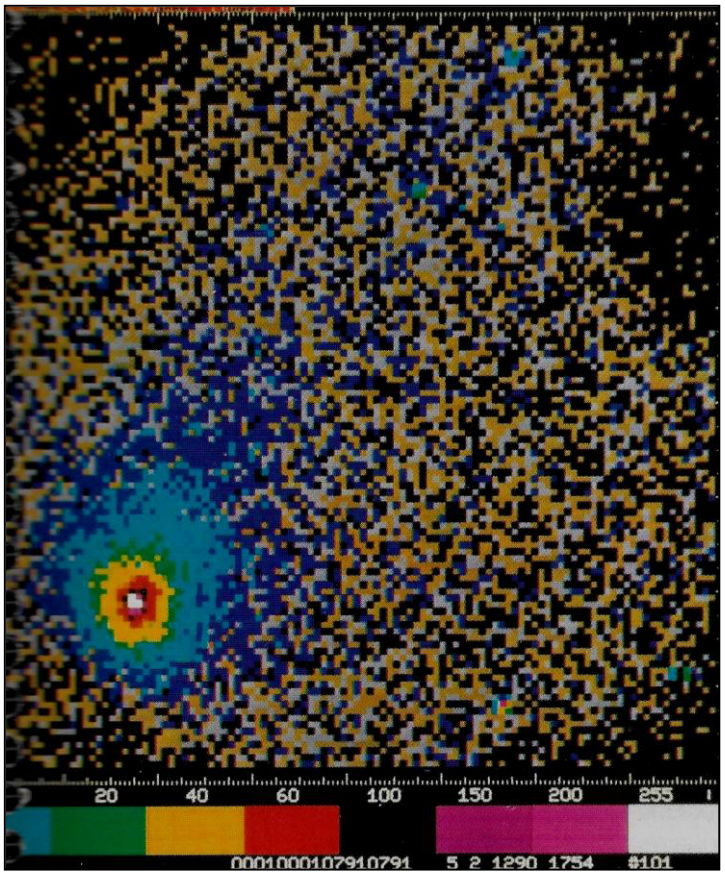
El **I**nternational **U**ltraviolet **E**xplorer (IUE) fue un proyecto de colaboración entre la NASA, el Science Research Council (Inglaterra) y la ESA.

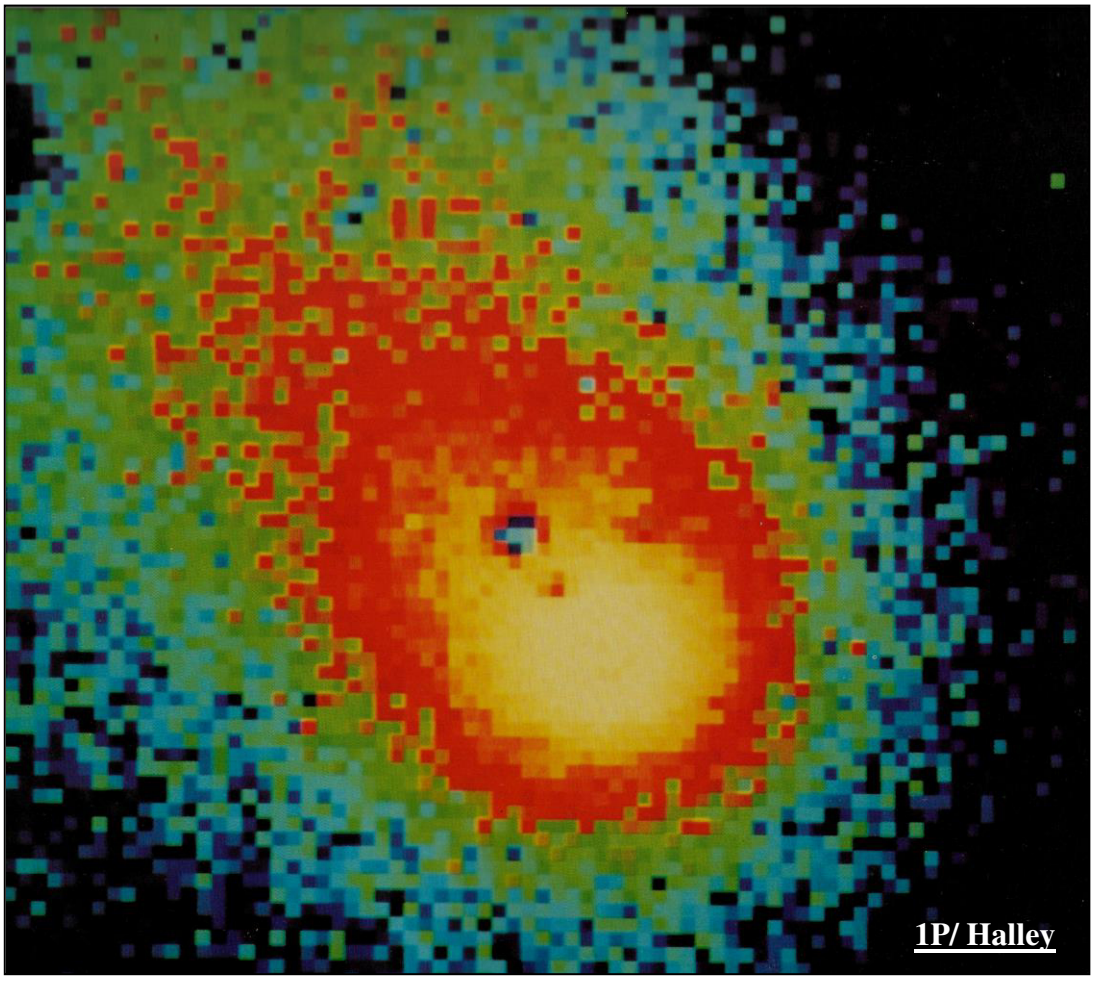
Lanzado el 26-01-1978 a bordo de un cohete Delta 2000 desde el complejo LC-17 de Cabo Cañaveral, se le supuso un tiempo de vida mínimo de tres años, pero las expectativas se vieron desbordadas ya que finalmente, fue desconectado el 30-01-1996, durando casi 6 veces más de lo previsto, fue el primer observatorio espacial operado en tiempo real por astrónomos en Estados Unidos y Europa, se realizaron observaciones de diversa clase, entre ellos los cometas Bradfield (1980); Halley (1986); Borelli (1987), entre otros.





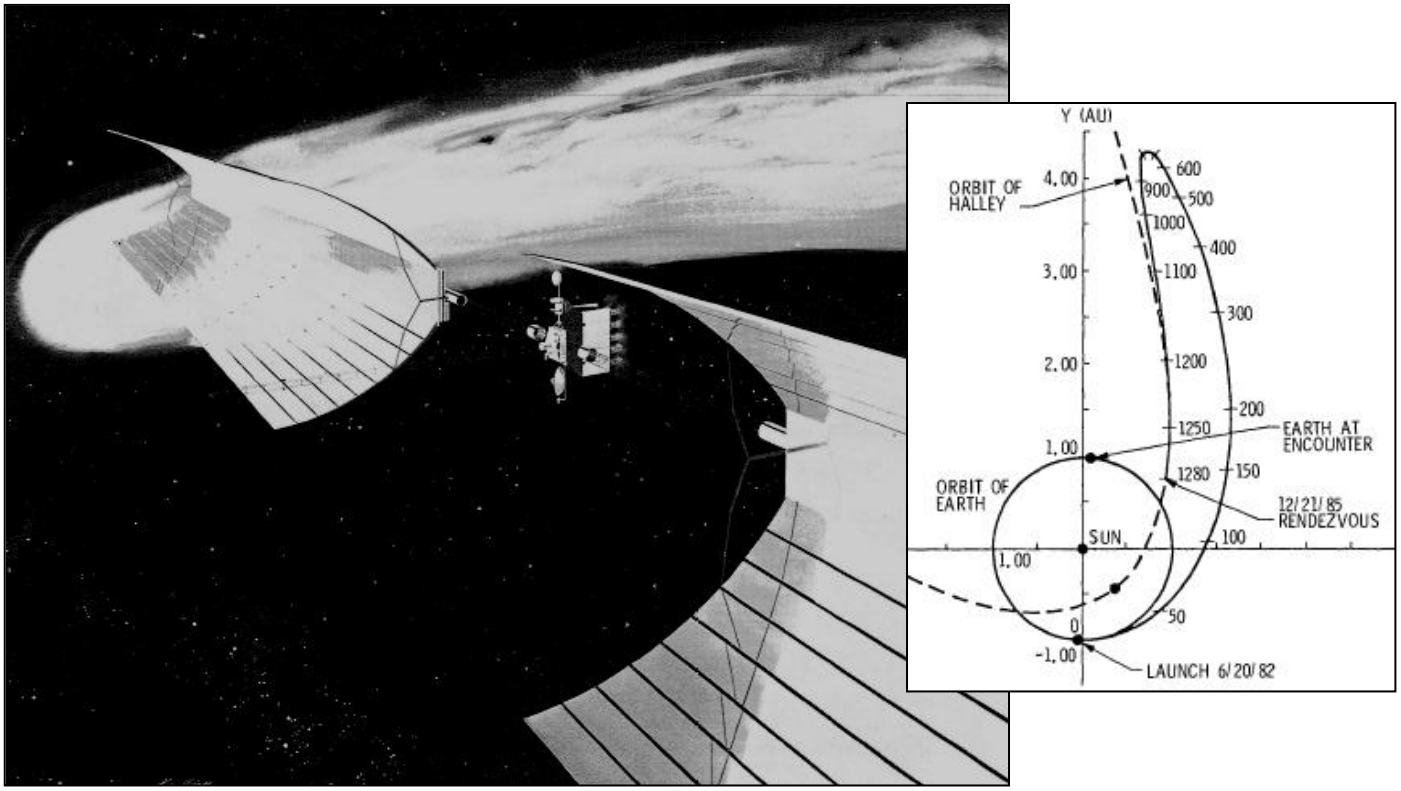


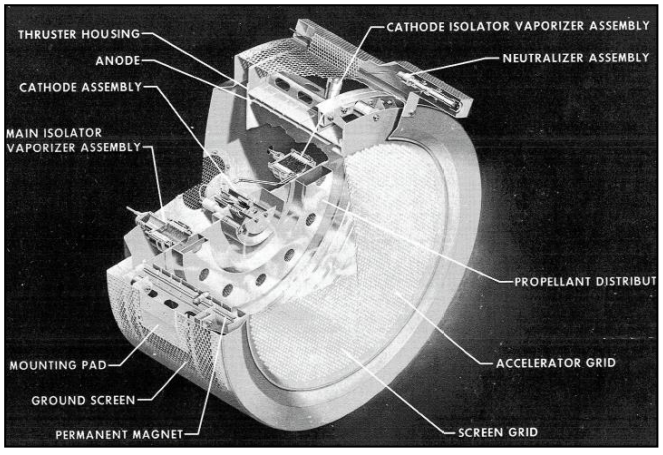

20
40
60
100
150
200
255
0001000107910791 5 2 1290 1754 #101


1P/ Halley

Halley Ion Drive - 1P/Halley (1982)

El cometa 1P/Halley era muy atractivo desde una perspectiva científica e histórica, pero una misión de encuentro implicaría un tiempo de lanzamiento temprano poco práctico, la idea era la de construir un vehículo espacial propulsado con energía iónica (Ion Drive) con paneles de dimensiones que eran del orden de los 41 a 45 m, las alas de la matriz tendrían aproximadamente 1 m de ancho, por lo que no era una nave pequeña, cada motor iónico tendría 38 cm de diámetro (en la escala de algunos sistemas que se habían considerado para la cita con el cometa Halley, el vehículo de accionamiento de iones era relativamente pequeño, teniendo en cuenta que la Vela Solar, fue considerada como una alternativa).

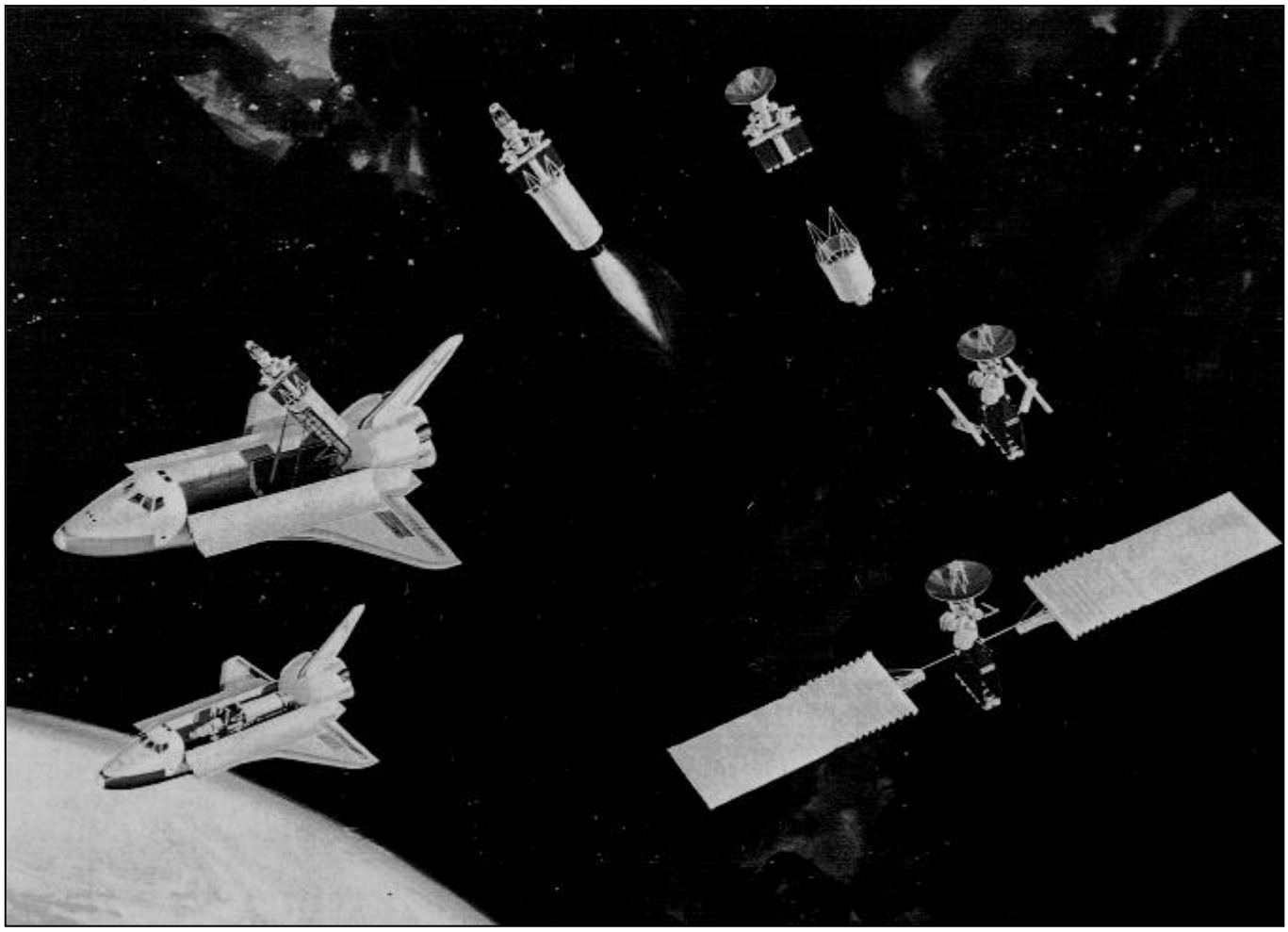




Una mejor comprensión de la técnica de propulsión iónica se obtiene mirando el corte del motor, el motor de iones es engañosamente simple en su funcionamiento; de 38 cm de diámetro y 10 cm de profundidad, el combustible, en forma líquida, se introduce a través de un par de calentadores o vaporizadores que transforman el mercurio líquido que hace de combustible a un vapor y es distribuido a través de un colector, el motor es un emisor de electrones o un cátodo. Los electrones fluyen desde el cátodo hacia el ánodo alrededor de la circunferencia, los electrones pasan a través del vapor de mercurio y provoca colisiones ionizantes. Una vez cargados, los iones de mercurio son forzados por campos magnéticos y eléctricos hacia las dos pantallas de aceleración sobre el extremo de escape del motor, se coloca un campo eléctrico entre las dos pantallas separadas para que a medida que los iones se desplacen hacia dentro se aceleren a una velocidad muy alta, que van desde 80000 a 120000 Km/h, este tipo de motores ofrece una gran ventaja al hacer misiones que requieren grandes cantidades de energía con relativamente pequeñas cantidades de combustible.

El lanzamiento ocurriría en junio de 1982 a bordo de un STS, ayudada por un motor IUS, la nave espacial se apagaría (lejos de la Tierra) y se dejaría llevar por el campo gravitacional o haciendo un gran giro en U, el encuentro ocurriría cuando el cometa alcanzase a la nave espacial en diciembre de1985. Una de las razones por las que el motor podía durar tanto es que no tenía partes móviles, el único mecanismo de desgaste real que preocupaba sería la erosión de la rejilla del acelerador causada por las partículas a medida que estas pasaran, la aceleración sería muy baja, pero el sistema funcionaría durante períodos significativamente largos de dos o tres años de propulsión continua (algo que parecía estar bien dentro de las capacidades tecnologías de la época).

La nave estaría compuesta por el módulo de empuje, una unidad de interfaz y los grandes paneles solares que recolectarían la luz solar y la convertirían en electricidad para operar los motores, también llevaría la carga científica, que sería un módulo de misión que llevaría todo el equipo de comando y control y un paquete de ciencias.



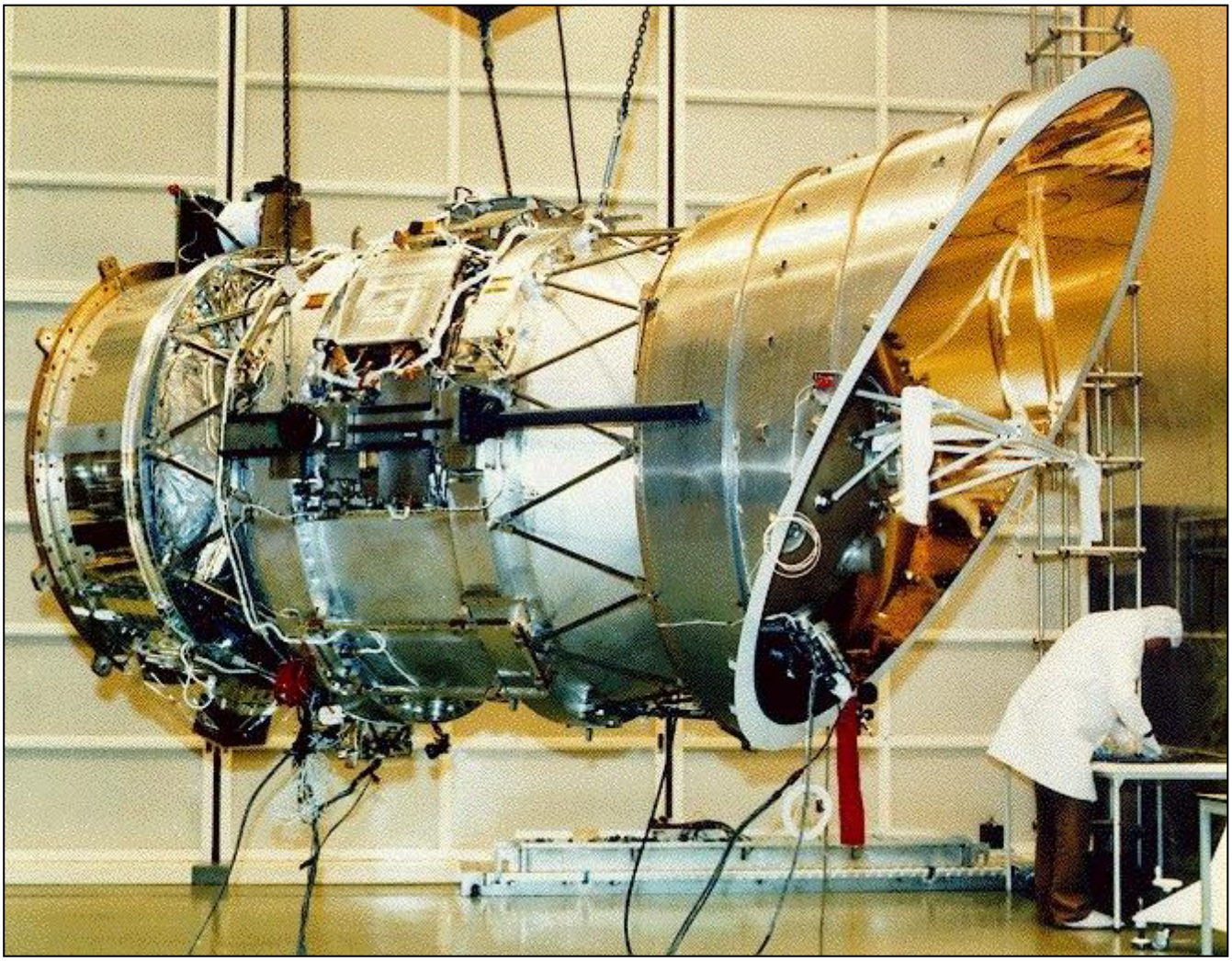
Aunque la propulsión iónica eventualmente continuaría impulsando varias misiones de exploración planetaria la tecnología no estaba lista a tiempo para una misión al cometa Halley, e incluso si el motor de iones hubiera estado listo para volar, el transbordador espacial no, su primer vuelo se retrasó hasta 1981 y las misiones operativas finalmente comenzaron en 1982, demasiado tarde para probar y lanzar adecuadamente una misión de larga duración al 1P/Halley.

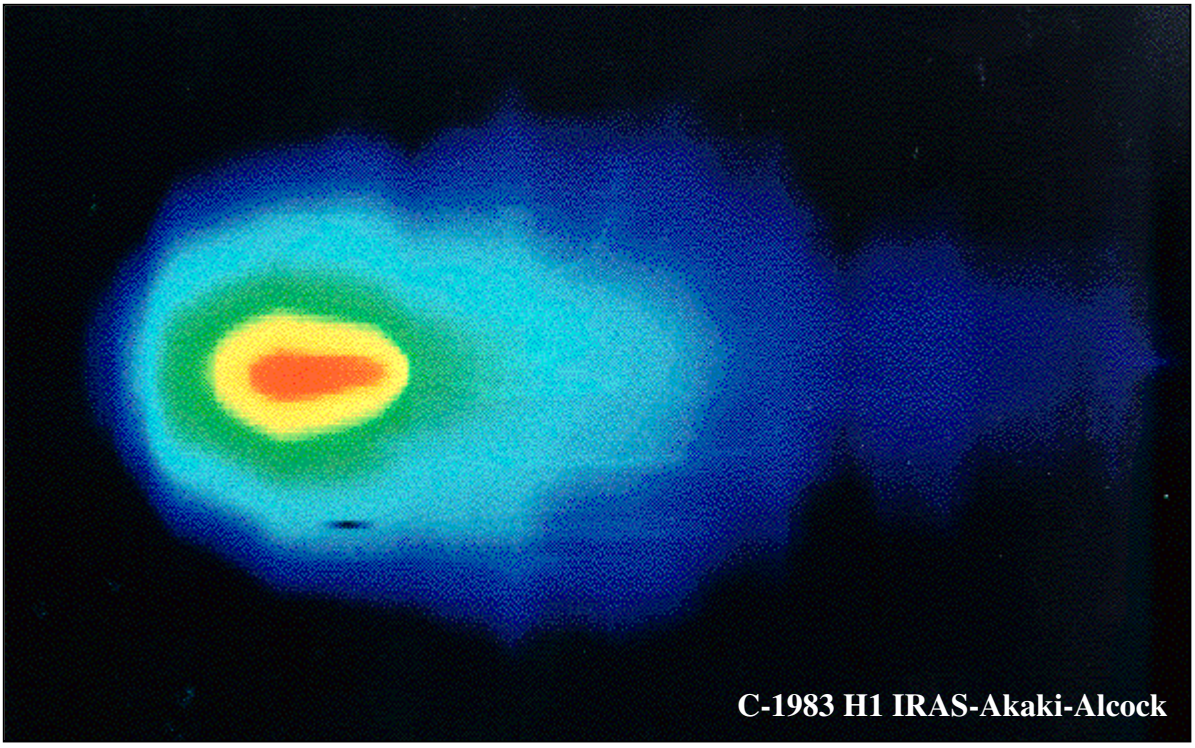
IRAS (1983)

El IRAS (**I**nfra**R**ed **A**stronomical **S**atellite) fue un precursor de los modernos observatorios espaciales, lanzado el 25-01-1983 como misión conjunta de los EEUU, Holanda y Gran Bretaña, realizó un escaneo casi completo (96%) del cielo en IR y la manera en que escaneaba favorecía la comprobación de descubrimiento: escaneaba dos veces un sector durante dos días y luego volvía a hacerlo dos semanas después dos veces más, durante los diez meses que duró su misión identificó 350000 fuentes de radiación en IR, muchas de ellas desconocidas.

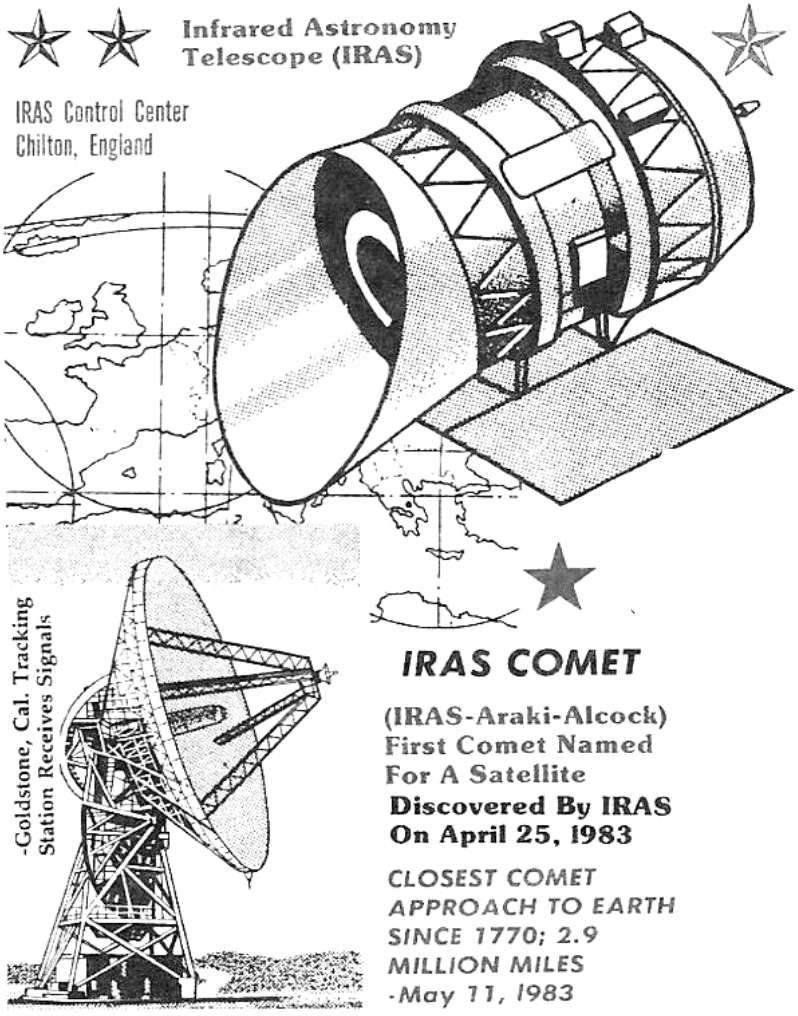
La investigación original se limitaba a objetos de espacio profundo, y muchos descubrimientos (como un disco de polvo alrededor de la estrella Vega) se relacionaban con ese objetivo inicial, pero los datos también eran una excelente fuente de investigación para el descubrimiento de fuentes de radiación móviles, lo que llevó al descubrimiento de cuatro asteroides (entre ellos el 3200 Phaeton y 6 cometas, 4 de período largo y dos de período corto).

El primer cometa descubierto con datos de IRAS fue el C/1983 H1 IRAS-Araki-Alcock, descubierto primero por el equipo que analizaba los datos del IRAS y luego por los astrónomos aficionados japonés e inglés, aunque éstos lo descubrieron en simultáneo pero después de la sonda, se ganaron el derecho a compartir el nombre porque el equipo IRAS no sabía que el procedimiento para registrar el descubrimiento era enviar un telegrama al Minor Planet Center; otros descubrimientos cometarios del satélite IRAS fueron el 126P/IRAS y el 161P/Hartley-IRAS, pero ninguno pasó tan cerca como el C/1983 H1.





C-1983 H1 IRAS-Akaki-Alcock



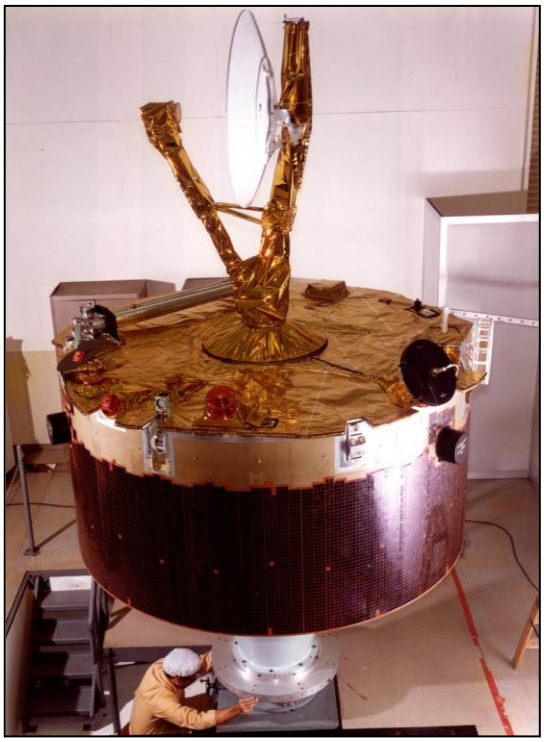
SPARTAN-203 - 1P/Halley (1986)

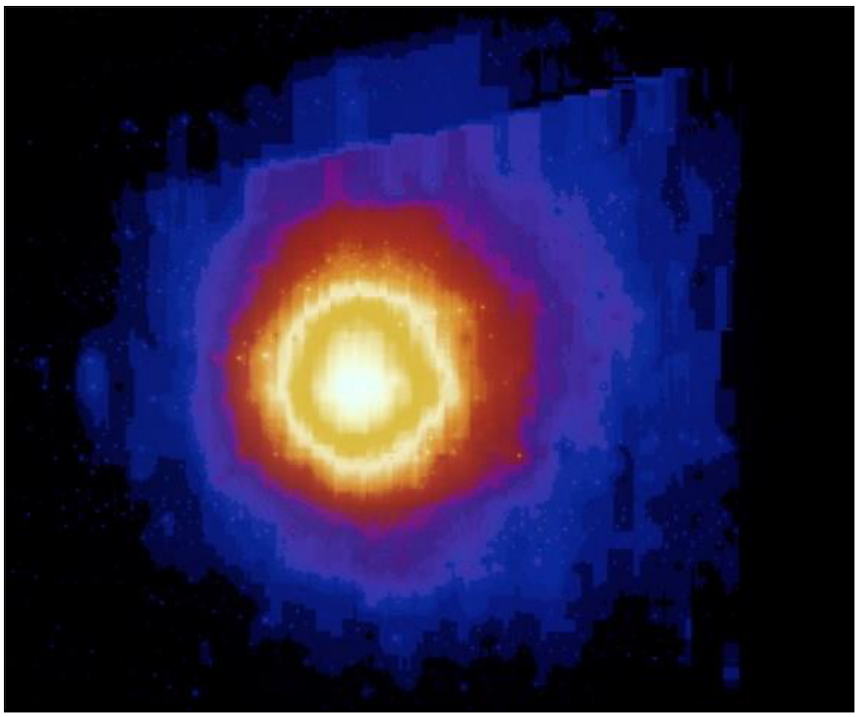
La tragedia del STS Challenger el 28-01-1986 fue un duro golpe para la astronáutica norteamericana y también para los estudios cometarios que tenían como objetivo el más famoso de todos los cometas, el Halley, el STS/Challlenger debía lanzar una pequeño satélite ideado por el centro NASA/Goddard llamado SPARTAN-203 (Shuttle Pointed Autonomous Research Tool for Astronomy) también conocida como HCED (Halley's Comet Experiment Deployable), que analizaría en el espectro UV de la coma del cometa, la misión duraría 40 horas y luego retornaría al transbordador y podría volver a utilizarse en una nueva misión, también se habían diseñado experimentos sobre la composición de la coma a realizarse desde el mismo transbordador, ambos experimentos se hubieran cumplido antes del perihelio, mientras que las sondas integrantes de la Armada Halley contactarían al cometa luego del perihelio, en marzo de 1986, el aporte norteamericano fue muy modesto al no participar del esfuerzo multinacional y por la explosión del Challenger a poco de despegar, se limitó a usar dos misiones con otros objetivos para observar el Halley desde lejos, el International Comet Explorer (ICE) y la sonda Pioneer Venus-1 que registró las interacciones del viento solar con la coma a través de un espectrómetro.

Pioneer Venus 1 - 1P/Halley (1986)

La sonda interplanetaria lanzada en 1978, entró en órbita de Venus en 1980, mientras lo orbitaba, Pioneer Venus-1 (también llamada Pioneer 12) en febrero de 1986, se encontró con una situación inmejorable, podía observar al cometa Halley mientras desde la Tierra era imposible debido a su cercanía con el Sol (el cometa 1P/Halley pasó de Venus a 0.27 U.A. el 4-02-1986).

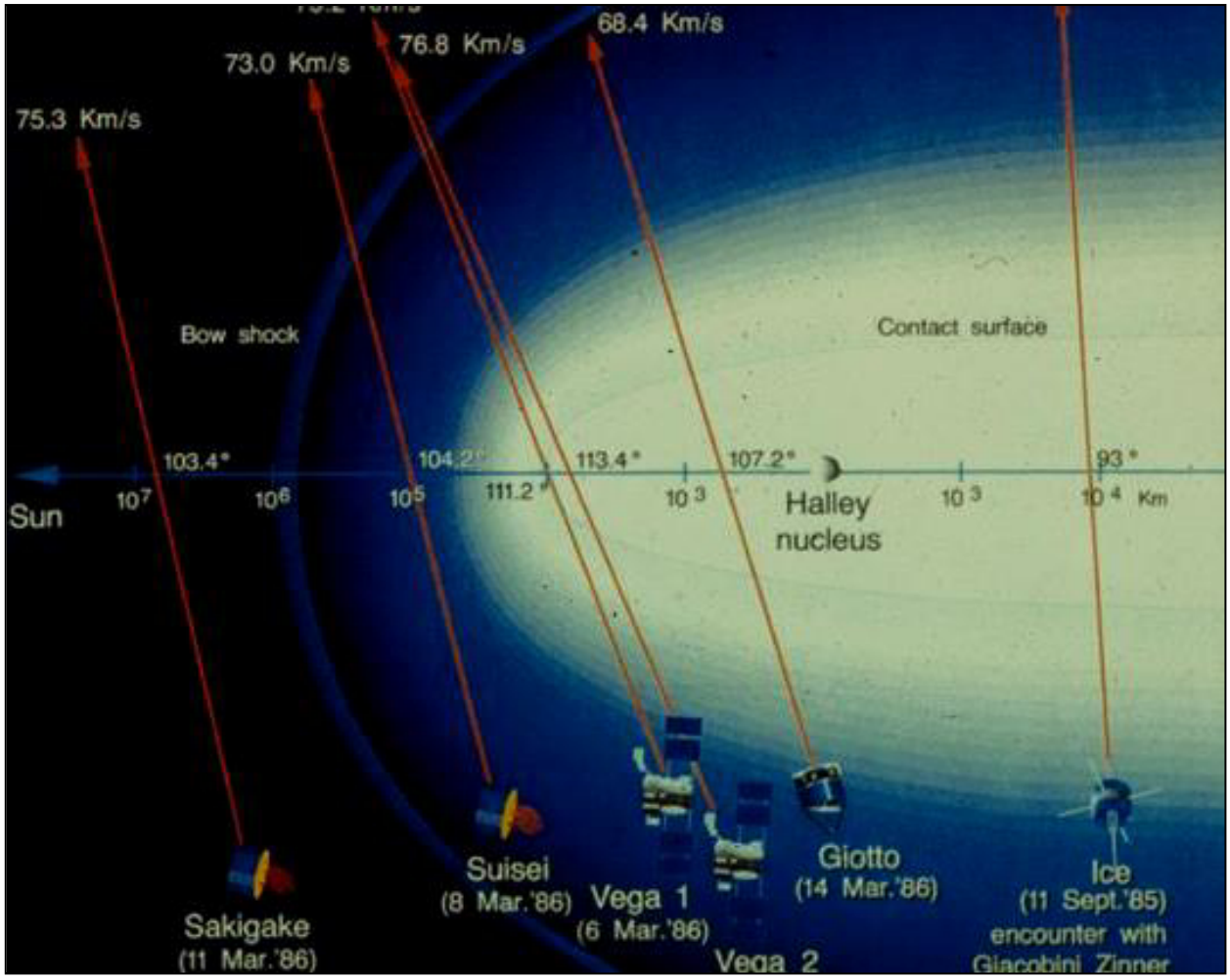
Las observaciones de la Pioneer Venus fueron anteriores a las obtenidas por las sondas de la Armada Halley, que se cumplieron en marzo de 1986, los datos obtenidos fueron importantes para determinar la tasa de pérdida de vapor de agua en perihelio, las medidas de Hidrógeno y Oxígeno en los meses previos al perihelio y también se llegó a la conclusión que la presencia del campo magnético del cometa no generaba efectos mensurables en el viento solar que incidía sobre Venus, la imagen que tomó fue creada a partir de datos recogidos por el Espectrómetro UV de la nave entre los días 2 y 6-02-1986, la imagen (en falso color los más claros indican la señal más fuerte) muestran la nube de iones de Hidrógeno alrededor del núcleo que, al momento de la observación, era el objeto más grande del Sistema Solar y, según el tamaño de la coma, el agua se evaporaba a una tasa de 40 tn/seg.





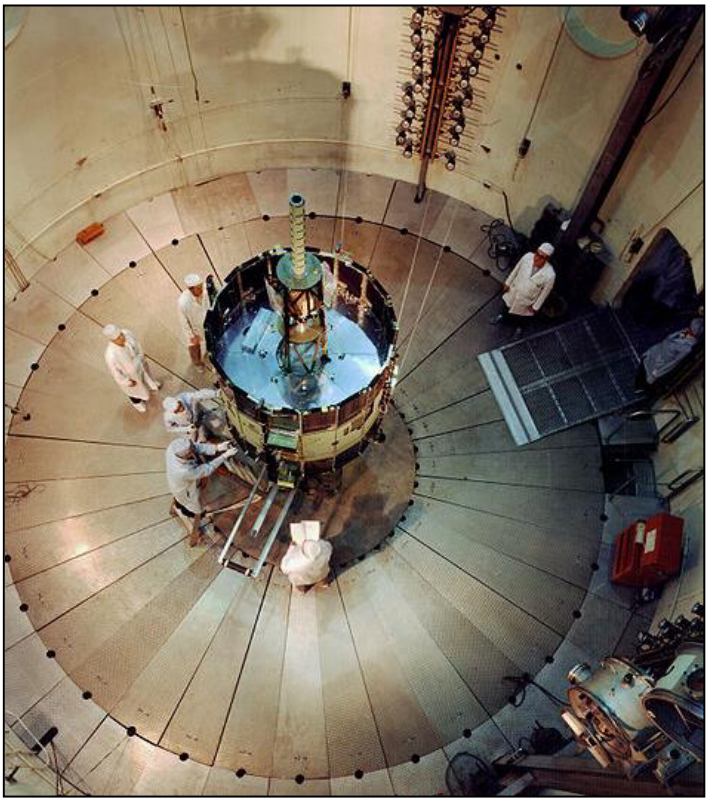
Armada Halley - 1P/Halley (1986)

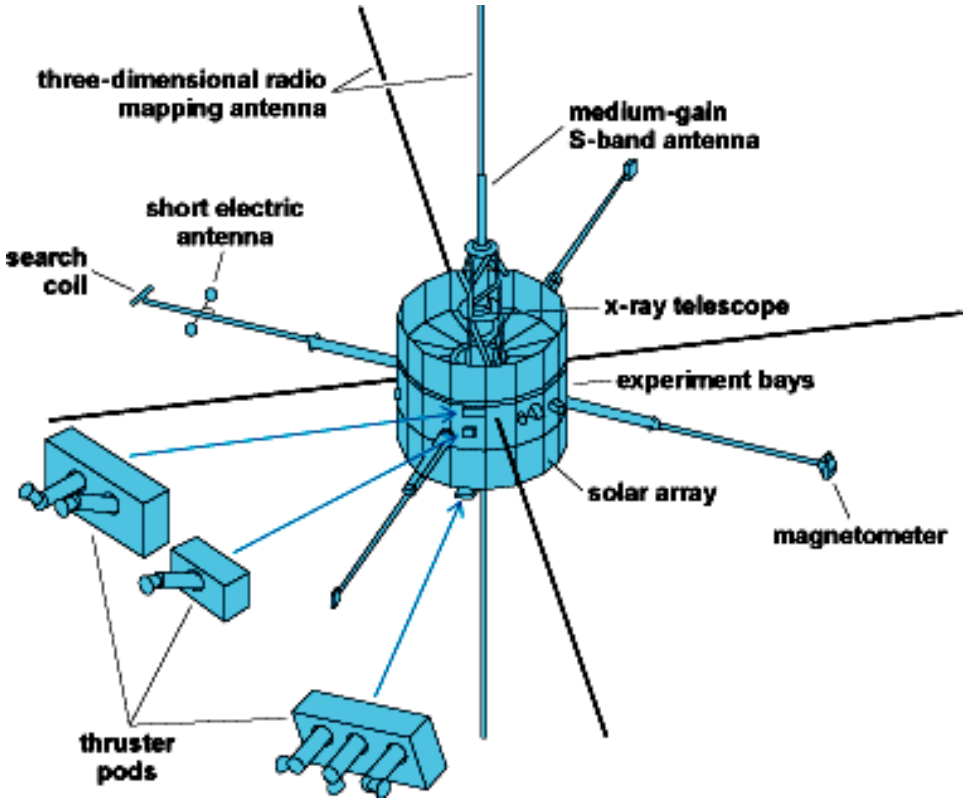
La exploración a los cometas comenzó en 1986 cuando varios países se unieron en esfuerzos para enviar naves al cometa Halley, para esos estudios se lanzaron las naves soviéticas Vega 1 y 2, la Agencia Espacial de Europa con la nave Giotto, Japón con las naves gemelas Suisei y Sakigake y Estados Unidos con la nave ICEE, denominándose a esta comunidad astronáutica Armada Halley, cada nave llevó a cabo sus estudios de acuerdo a los instrumentos científicos que llevaban.



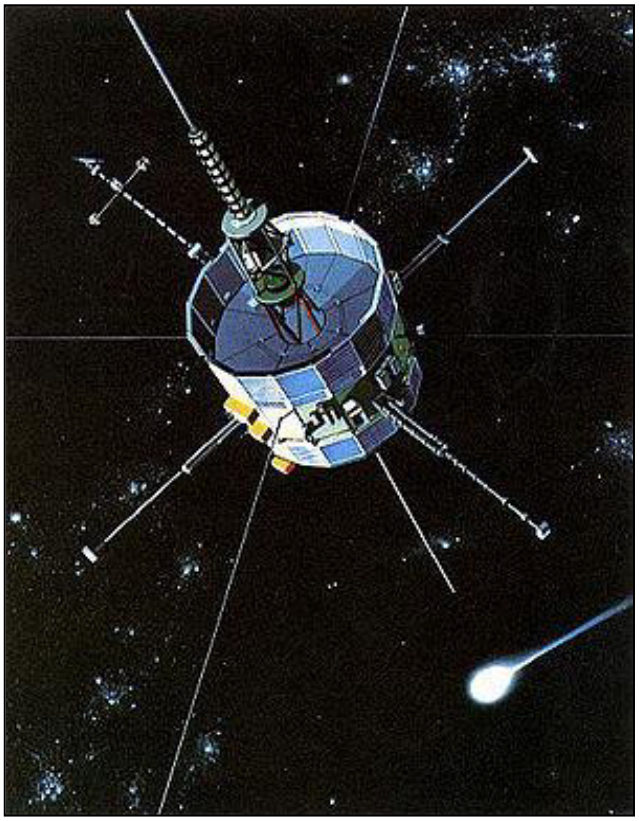
International Cometary Explorer

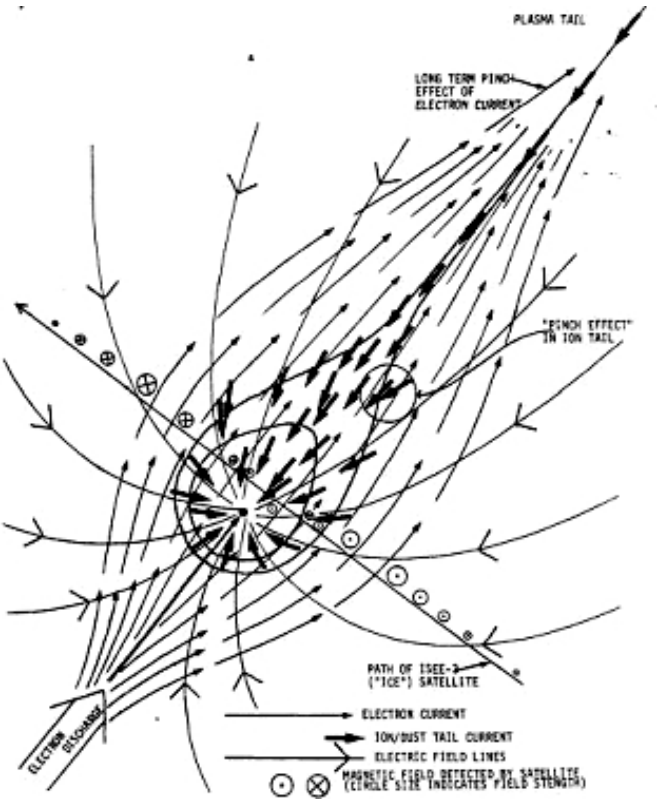
Lanzada el 12-08-1978 como International Sun-Earth Explorer-3 (ISEE-3) como misión conjunta entre la NASA y las agencias espaciales europeas ESA y ESRO, su misión era estudiar la interacción entre el campo magnético de la Tierra y el viento solar, luego de completar su misión original, en 1982 fue reprogramada y renombrada como ICE (International Cometary Explorer).

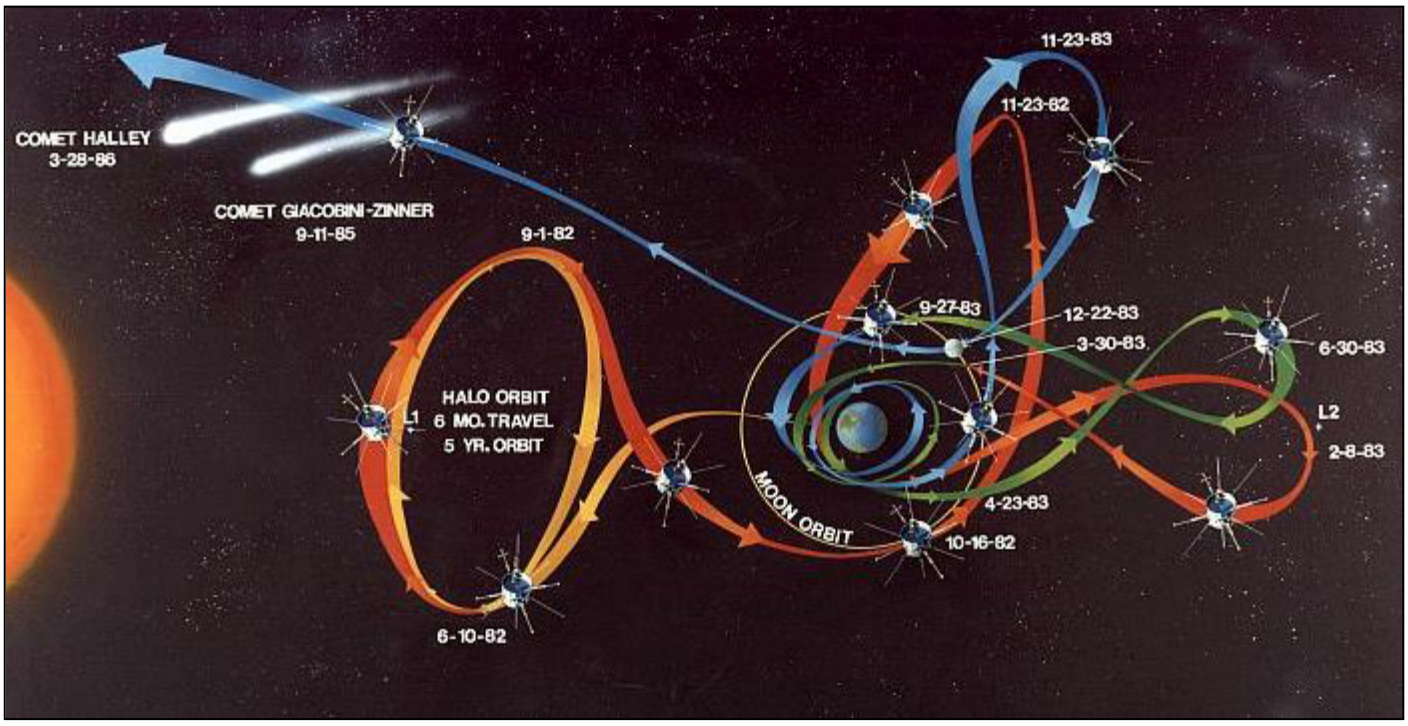




En 1984 se la situó en una órbita heliocéntrica por delante de la de la Tierra, de tal manera que interceptaría la órbita del cometa Giacobini-Zinner siendo la primer nave en atravesar la cola de un cometa, el 11/9/1985 pasó a una distancia de 7800 Km de su núcleo (no pudiendo fotografiarlo por carecer del equipamiento necesario) aunque sí poseía instrumentos para realizar distintos tipos de mediciones, como partículas energéticas, campos magnéticos, etc., finalmente fue enviada a estudiar el cometa Halley en el año 1986.

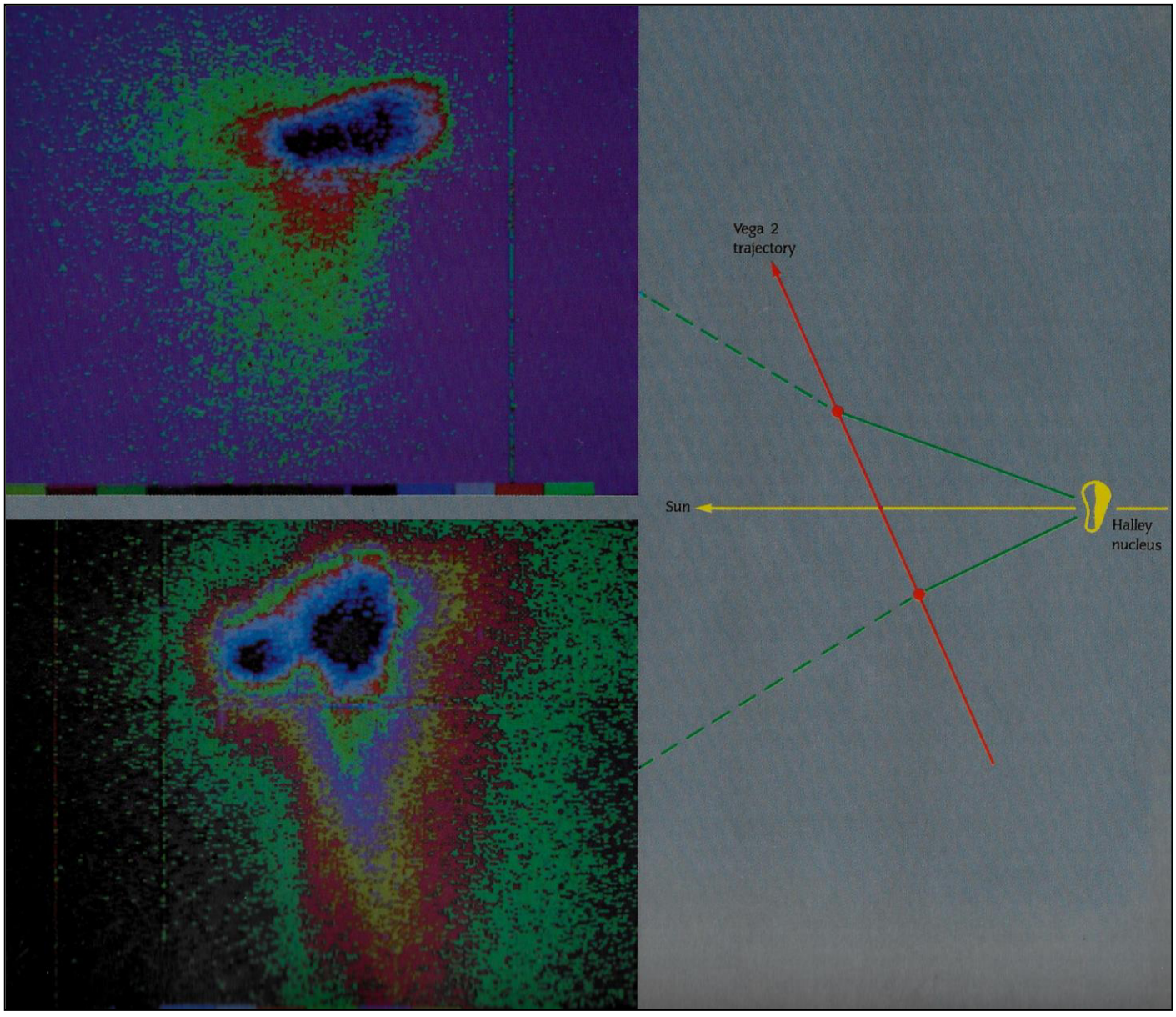


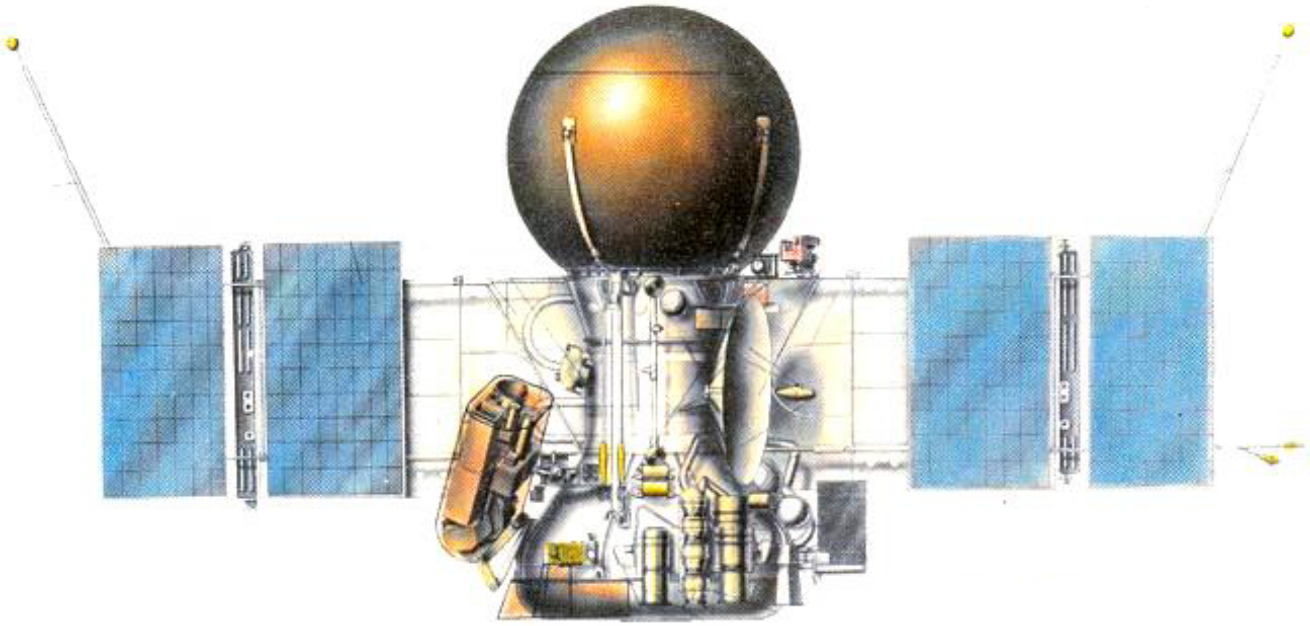


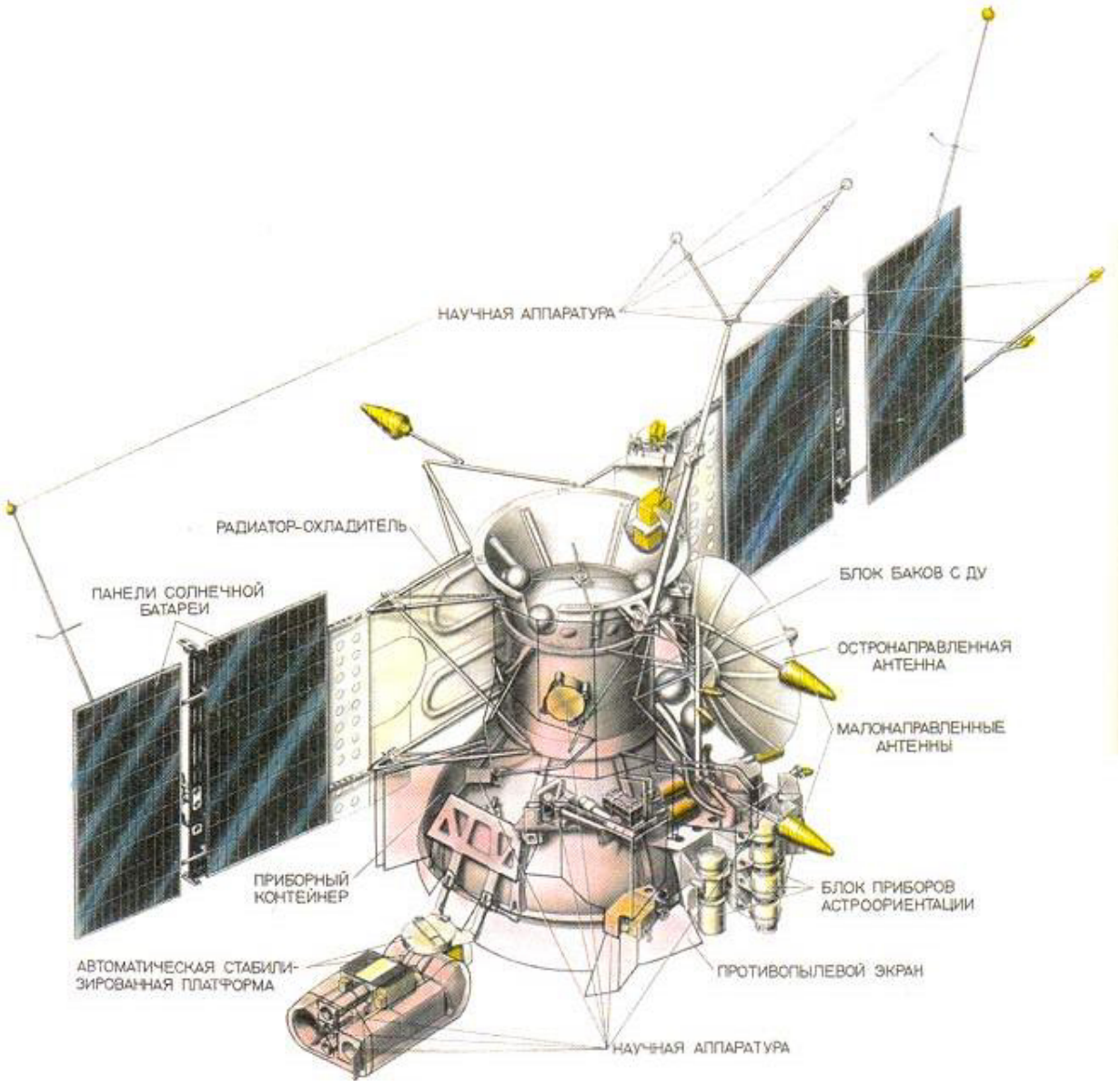


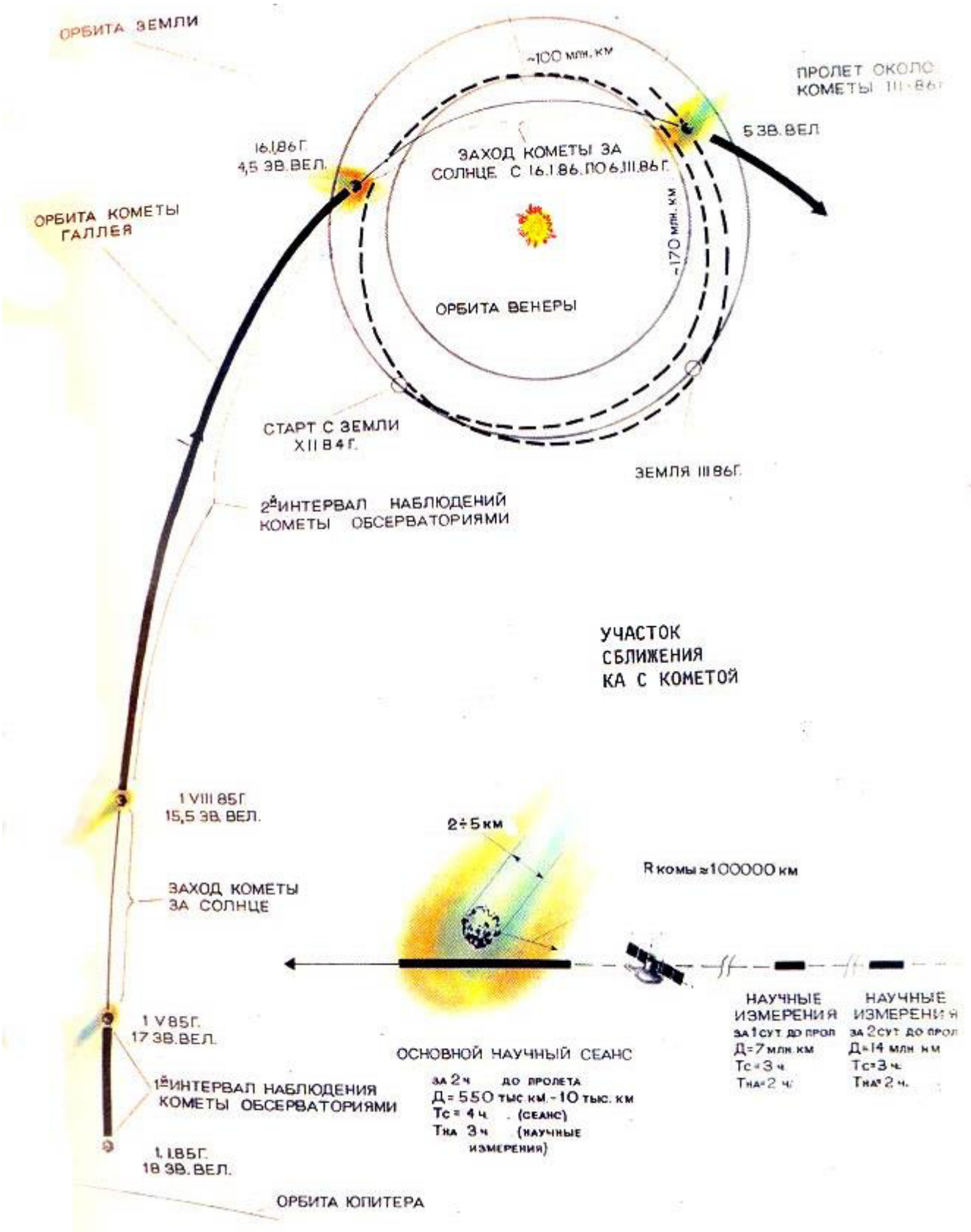
Vega 1 y Vega 2

Las naves Vega tenían una doble misión, ir a Venus y durante el viaje tener un encuentro con el cometa 1P/Halley; eran de similares características, ambas lanzadas desde el Cosmódromo de Baikonur Vega-1 el 15-12-1984, Vega-2 el 21-12-1984, con un peso de 3500 Kg, estaban estabilizadas en los tres ejes y su principal estructura eran los paneles solares, una antena de alta ganancia, una plataforma automática para apuntar los instrumentos que tenían que visualizar constantemente el núcleo del cometa, llevaban una cámara de ángulo ancho y otra de ángulo estrecho, un espectrómetro de tres canales y uno en IR, otros experimentos se encontraban en el cuerpo principal de las naves con la excepción de dos magnetómetros montados en un brazo extensible de 2 m y varios sensores de plasma y analizadores de ondas de plasma que estaban en otro brazo de 5 m, la carga científica pesaba un total de 125 Kg y podía enviar los datos a nuestro planeta a una velocidad de 65 Kb/s en el modo de telemetría rápida durante el encuentro, además tenía otro modo lento para la fase de crucero.



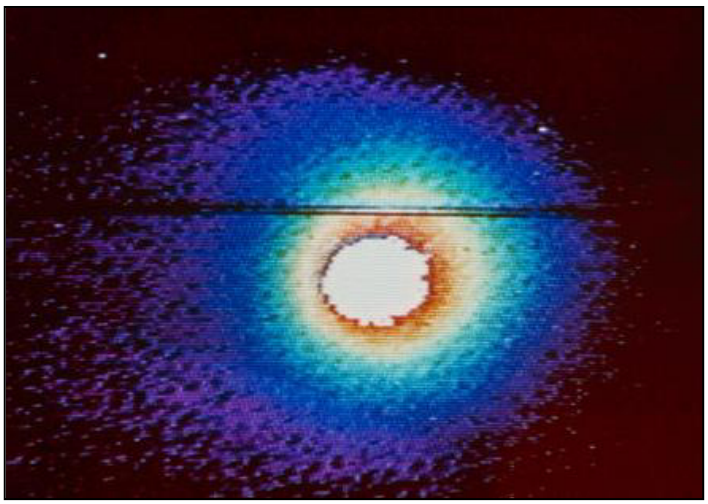


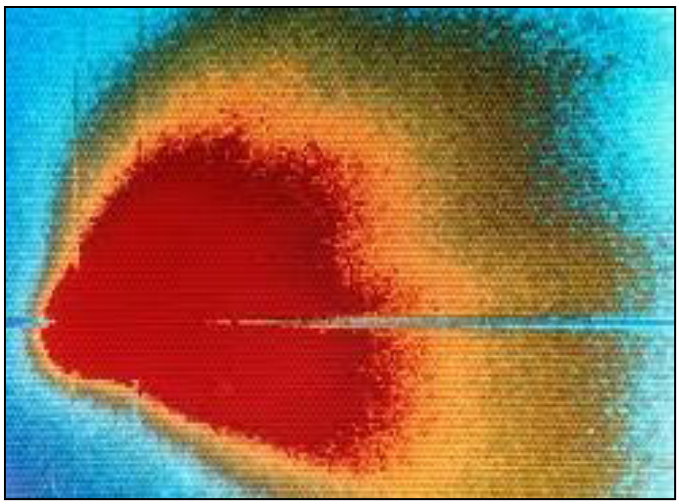

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА
РАДИАТОР-ОХЛАДИТЕЛЬ
ПАНЕЛИ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ
БЛОК БАКОВ С ДУ
ОСТРОНАПРАВЛЕННАЯ АНТЕННА
МАЛОНАПРАВЛЕННЫЕ АНТЕННЫ
ПРИБОРНЫЙ КОНТЕЙНЕР
БЛОК ПРИБОРОВ АСТРООРИЕНТАЦИИ
АВТОМАТИЧЕСКАЯ СТАБИЛИЗИРОВАННАЯ ПЛАТФОРМА
ПРОТИВОПЫЛЕВОЙ ЭКРАН
НАУЧНАЯ АППАРАТУРА


ОРБИТА ЗЕМЛИ
~100 млн. км
ПРОЛЕТ ОКОЛО КОМЕТЫ III-86г
5 ЗВ. ВЕЛ.
16.I.86 Г.
4,5 ЗВ. ВЕЛ.
ЗАХОД КОМЕТЫ ЗА СОЛНЦЕ С 16.I.86 ПО 6.III.86 Г.
~170 млн. км
ОРБИТА КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ
ОРБИТА ВЕНЕРЫ
СТАРТ С ЗЕМЛИ XII 84 Г.
ЗЕМЛЯ III 86Г.
2Й ИНТЕРВАЛ НАБЛЮДЕНИЙ КОМЕТЫ ОБСЕРВАТОРИЯМИ
УЧАСТОК СБЛИЖЕНИЯ КА С КОМЕТОЙ
I VIII 85Г.
15,5 ЗВ. ВЕЛ.
2÷5 км
R комы ≈ 100000 км
ЗАХОД КОМЕТЫ ЗА СОЛНЦЕ
I V 85Г.
17 ЗВ. ВЕЛ.
НАУЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ за 1 сут до прол Д=7 млн км Тс=3 ч Тна=2 ч
НАУЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ за 2 сут до прол Д=14 млн км Тс=3 ч Тна=2 ч
ОСНОВНОЙ НАУЧНЫЙ СЕАНС
за 2 ч до пролета
Д = 550 тыс км - 10 тыс км
Тс = 4 ч (сеанс)
Тна 3 ч (научные измерения)
1Й ИНТЕРВАЛ НАБЛЮДЕНИЯ КОМЕТЫ ОБСЕРВАТОРИЯМИ
I. I.85Г.
18 ЗВ. ВЕЛ.
ОРБИТА ЮПИТЕРА

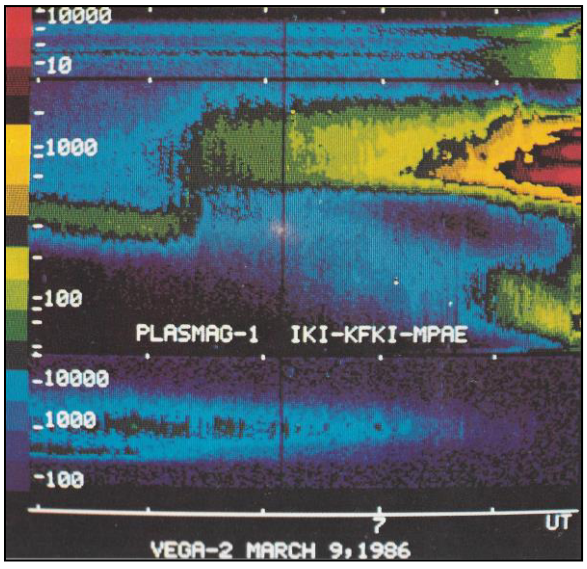
Los datos científicos del encuentro con el cometa se obtuvieron desde 2,5 horas antes del sobrevuelo hasta 30 minutos después de la máxima aproximación, con varios periodos de adquisición de datos durante 2 horas antes y después de estas fases, los instrumentos de plasma y de polvo obtenían datos de manera continua y eran almacenados en la memoria de la sonda (que tenía una cinta grabadora con una capacidad de 5 Mb).

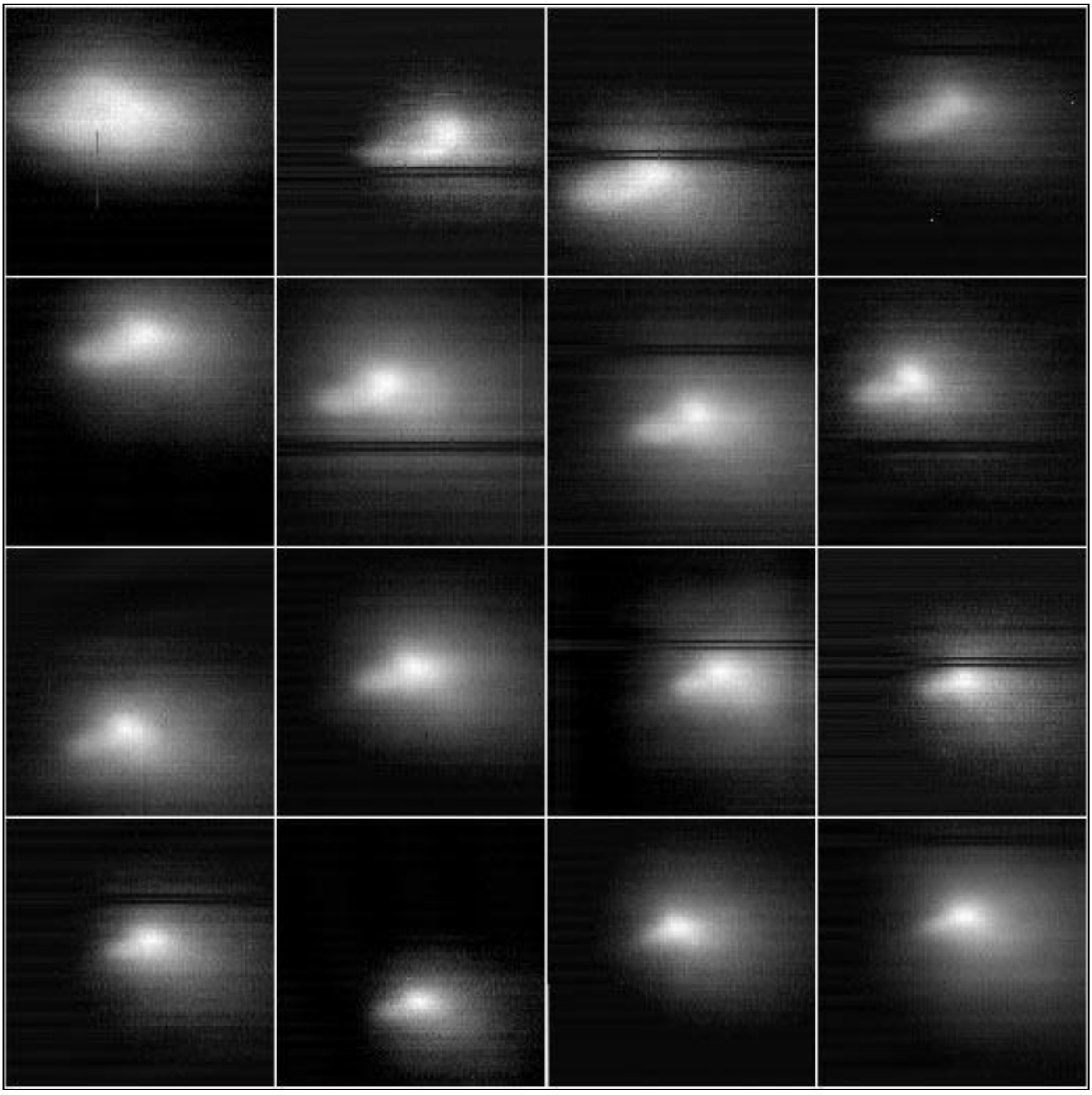
Las naves llevaban un escudo térmico para protegerse de los impactos del polvo que estaba formado por múltiples capas de grosor que iban de 100 micrómetros a 20 cm, junto a un escudo de 1 mm de Aluminio separado a 5 cm de las nave, la mitad de las sondas Vega era el módulo dedicado al cometa Halley y la otra mitad para los equipos de descenso en Venus, la carga científica total era de 144.3 Kg, Vega-1 hizo su aproximación más cercana el 6-03-1986 a alrededor de 8890 Km desde el núcleo y Vega 2 el 9-03-1986 se aproximó a 8000 Km del núcleo.





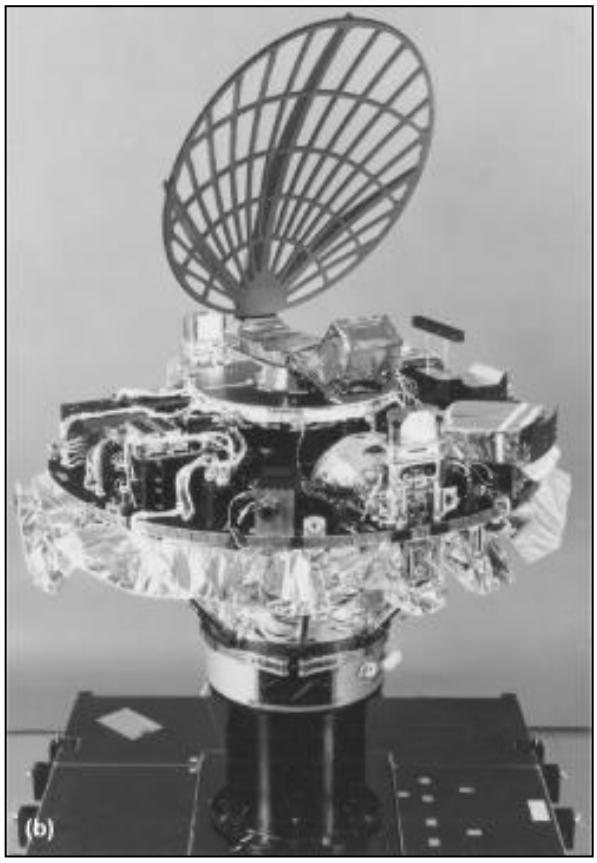
El examen intensivo de los datos del cometa sólo cubría las tres horas alrededor del acercamiento que estaban destinados a medir los parámetros físicos del núcleo, como sus dimensiones, forma, temperatura y superficie, así como para estudiar la estructura y la dinámica de la coma, la composición del gas cerca del núcleo, las partículas de polvo, composición y la distribución de masas en función de la distancia al núcleo y la interacción del viento solar con los cometas, el sistema de TV de a bordo se había creado en cooperación internacional entre la URSS, Hungría, Francia y Checoslovaquia, los datos de TV fueron procesados por el equipo internacional, incluida la URSS, Hungría, Francia, República Democrática Alemana y Estados Unidos, en total las sondas Vega 1 y Vega 2 tomaron alrededor de 1500 imágenes del cometa 1P/Halley, las operaciones se suspendieron unas semanas después de los encuentros con el cometa.

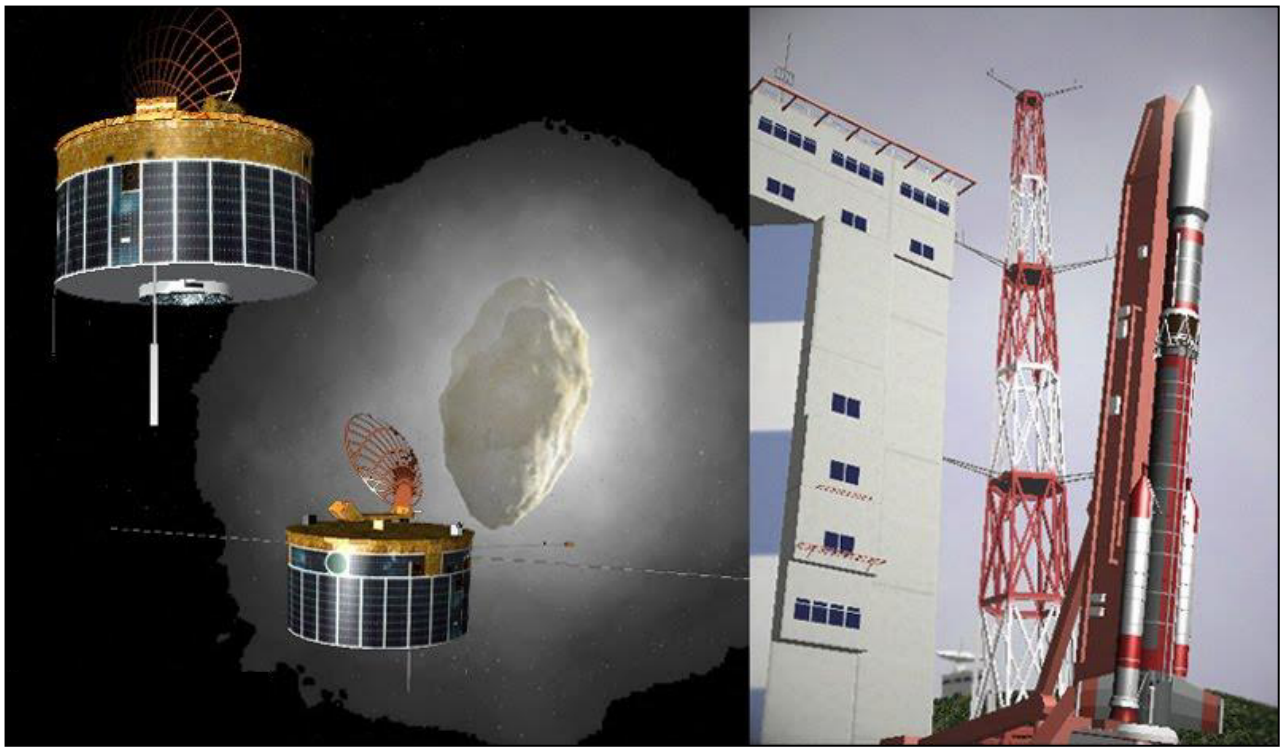




Suisei y Sakigake

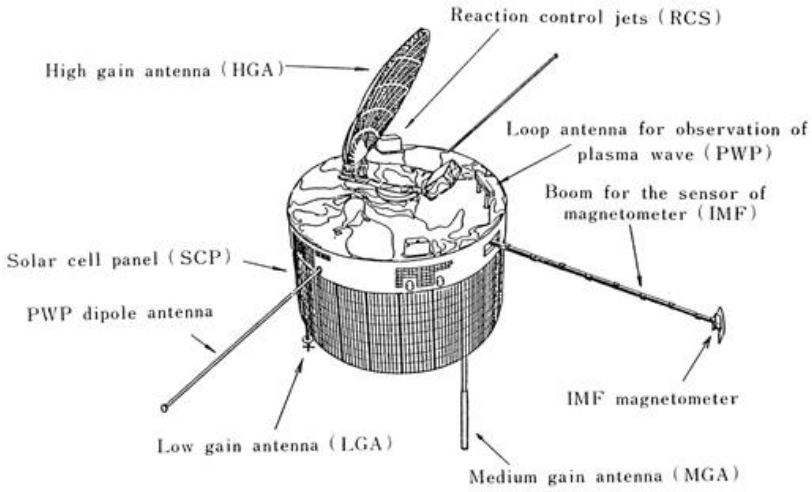
Construidas en el Instituto ISAS japonés, eran idénticas y tuvieron como misión, la sonda Sakigake servir como vehículo de referencia en la transmisión de datos de la sonda Giotto mientras estaba inmersa en la coma del cometa Halley y la sonda Suisei tomar imágenes UV de la coma de Hidrógeno y la medición de parámetros relacionados con el viento solar.

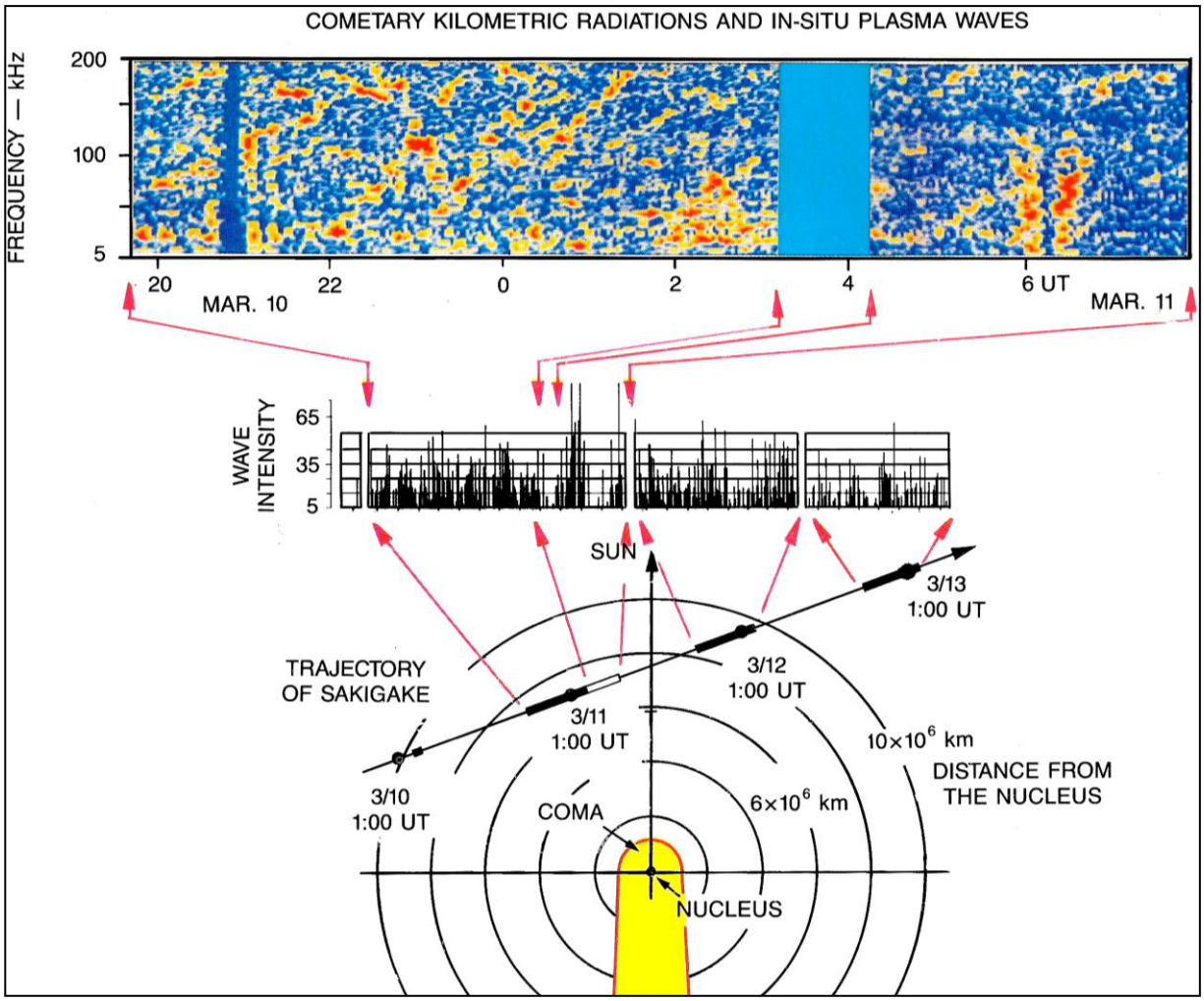




Sakigake

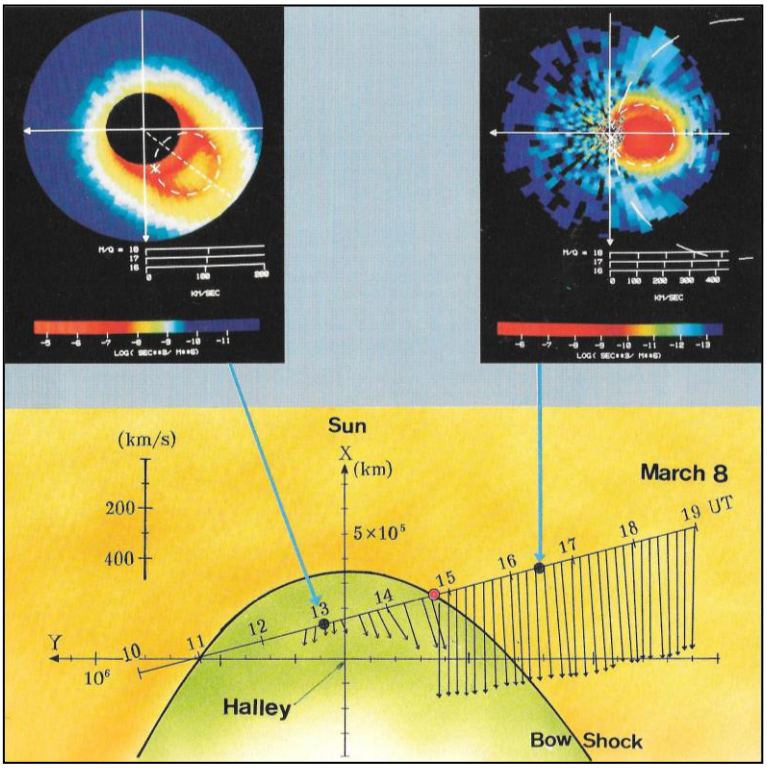
Lanzada con el nombre de MS-T5 desde el Centro Espacial Kagoshima a bordo de un cohete Mu-3S-II y 138 Kg de peso, sería la primera nave espacial interplanetaria de Japón y sus objetivos serían demostrar el rendimiento de un nuevo vehículo de lanzamiento, la observación del plasma espacial y el campo magnético en el espacio interplanetario, las primeras mediciones se utilizaron para mejorar la misión de la sonda Suisei varios meses después.



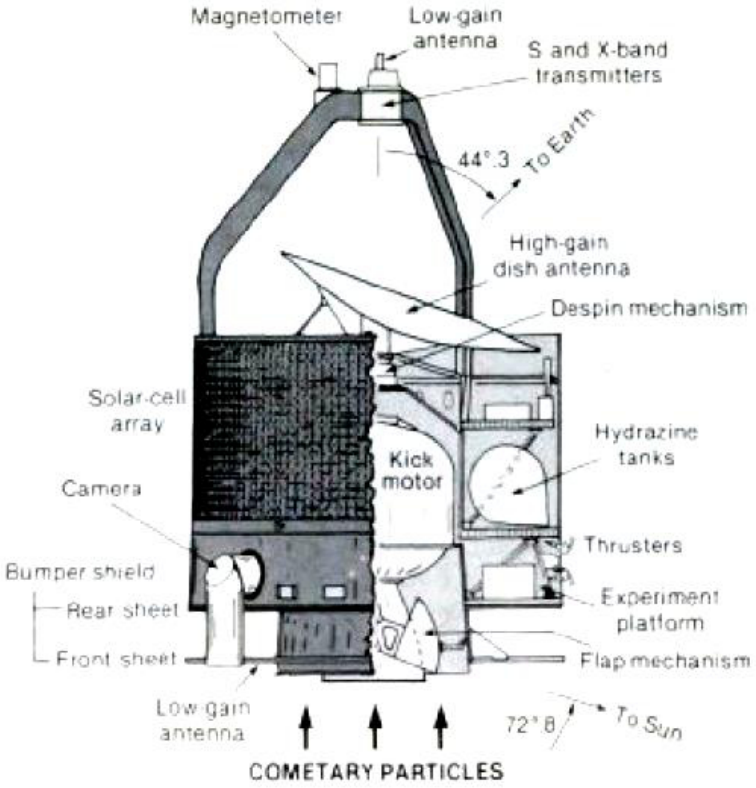


Suisei

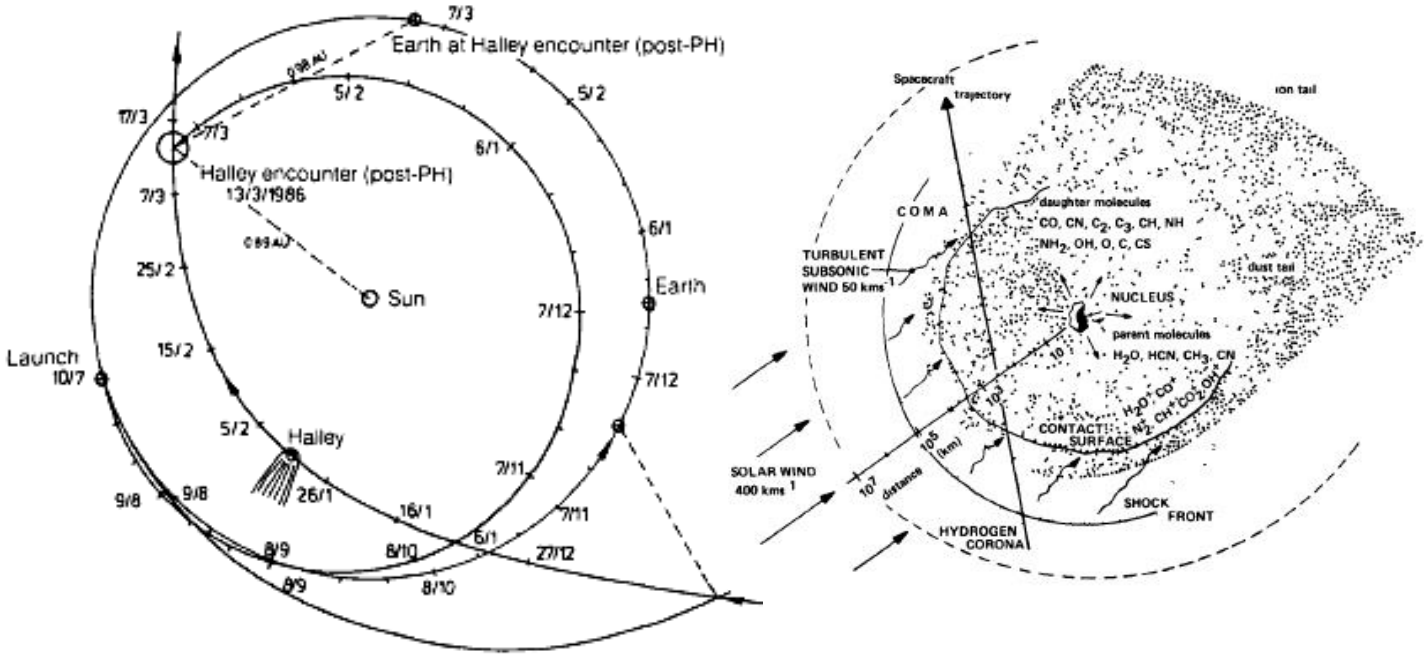
Denominada también Planet-A, fue idéntica en construcción y forma a la nave Sakigake, pero llevaba una carga útil diferente, un sistema de imagen en CCD UV y un instrumento para el estudio del viento solar, su principal objetivo era tomar imágenes UV durante unos 30 días antes y después de cruzar descendente (con respecto al plano eclíptico) al Cometa Halley, los parámetros del viento solar se midieron por un período de tiempo mucho más largo, la nave se encontraba estabilizada por rotación en dos tipos diferentes (5 y 0,2 rpm) y propulsores de hidracina se utilizaron para la actitud y el control de velocidad, tenía una antena parabólica para comunicaciones de largo alcance, fue lanzada el 18-08-1985 por un cohete M-3SII-2 desde el Centro Espacial de Kagoshima y enviada a un curso de intercepción, tras lo cual se mantendría en una órbita heliocéntrica para su uso posterior.



Giotto



Lanzada a bordo un cohete Ariane-1 (V-14) el 2-06-1985 desde la base de lanzamiento de Kourou, fue controlada desde las instalaciones ESOC que la ESA tiene en Darmstadt, Alemania; inicialmente en la órbita de transferencia geoestacionaria (GTO) y luego en la Fase Cercana a la Tierra (NEP) antes de la Fase de Crucero y a través del encuentro.

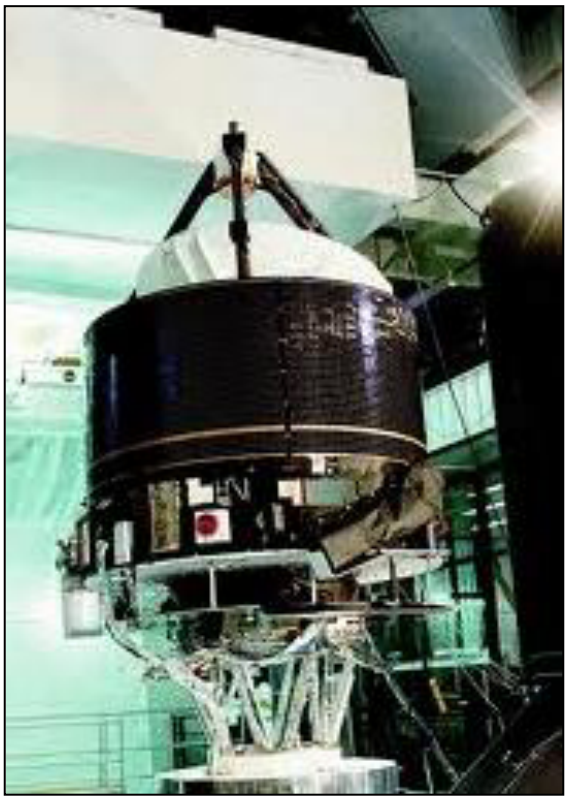


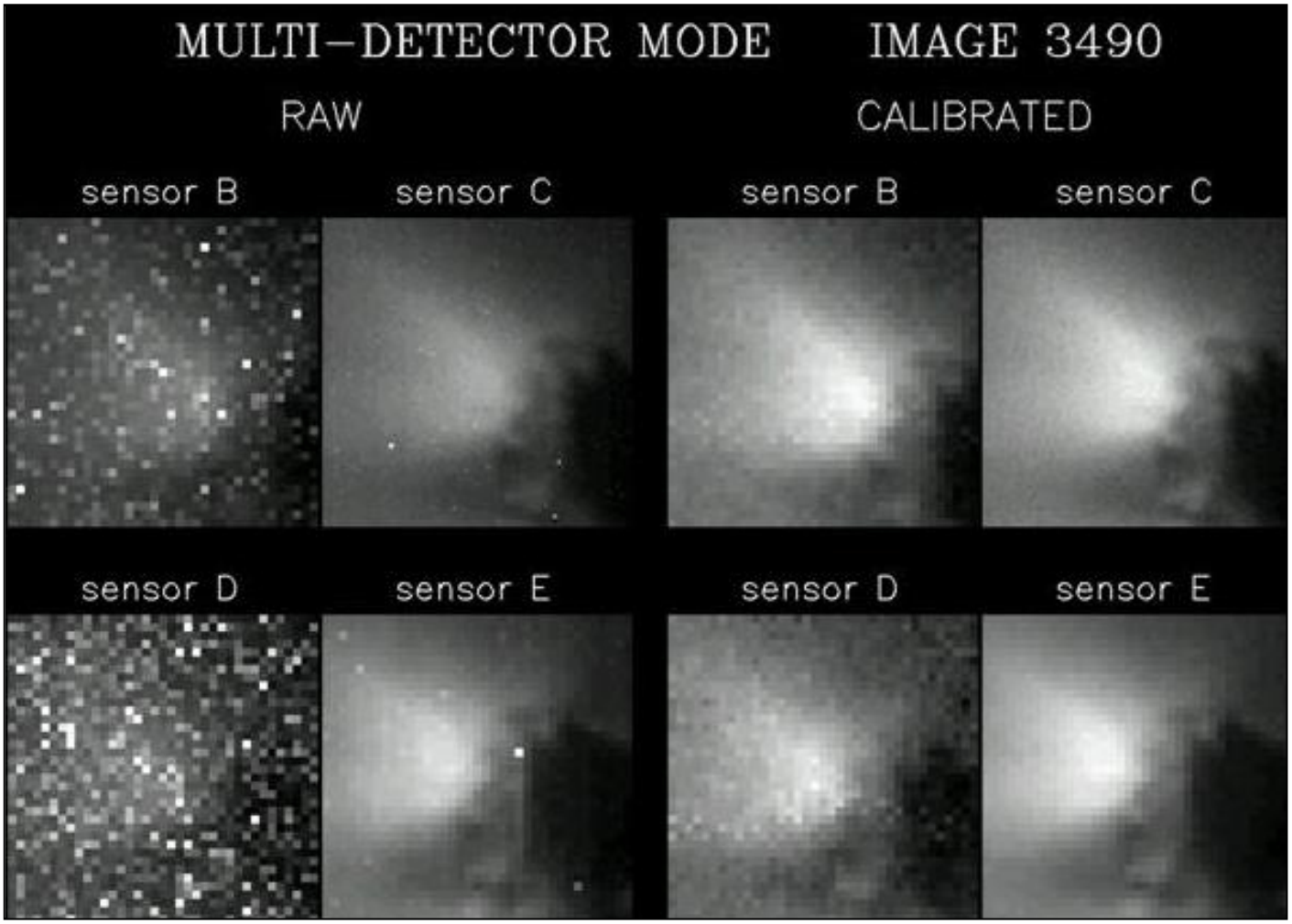
Debido a que la sonda Giotto pasaría tan cerca del núcleo cometario, se creía de la nave no podría sobrevivir el encuentro por el bombardeo de partículas de alta velocidad del cometa, Giotto hizo un sobrevuelo del cometa Halley con éxito el 14-03-1986 pasando a una distancia de 596 Km; sobrevivió a pesar de haber sido golpeada por algunas partículas pequeñas, un impacto perjudicó su eje giro estabilizado de modo que su antena no pudo apuntar hacia la Tierra de forma continua.

La sonda recibió sus primeros impactos de polvo cometario 122 min antes de su máxima aproximación y registró un impacto importante de partículas de 1 gr. que, en esos momentos generó una pérdida temporal de señal, luego de 32 min. Giotto se vuelve a estabilizarse y continuaría con la recolección de datos científicos; otro impacto destruiría la Cámara Multicolor Halley, pero anteriormente se habían podido tomar fotografías de su núcleo.

La sonda descubrió que el núcleo no era una bola de nieve sucia, como se pensaba, ya que en la composición primaba el polvo y no el hielo y era con forma de maní de 15 Km de largo y 10 Km de ancho, también se pudo observar tres brillantes chorros que le daban un movimiento de rotación y arrojaban material al espacio desde el lado iluminado (más caliente) por el Sol, el núcleo no era blanco sino más negro que el carbón y su superficie sumamente irregular, su textura era porosa y con una densidad de sólo un tercio la densidad del agua, el volumen del material eyectado se calculó en 3 tn/seg y su composición era de H^2O (80 %), monóxido de Carbono (10 %), dióxido de Carbono (2,5 %) Metano, Amoníaco, Hierro y Sodio, así como trazas de otros hidrocarburos.

Estos datos confirmaron que el cometa se había formado hace 4,5 mil millones de años por la condensación de los granos de polvo interestelar, desde entonces, ha permanecido casi inalterado en el frío de las regiones exteriores del Sistema Solar.



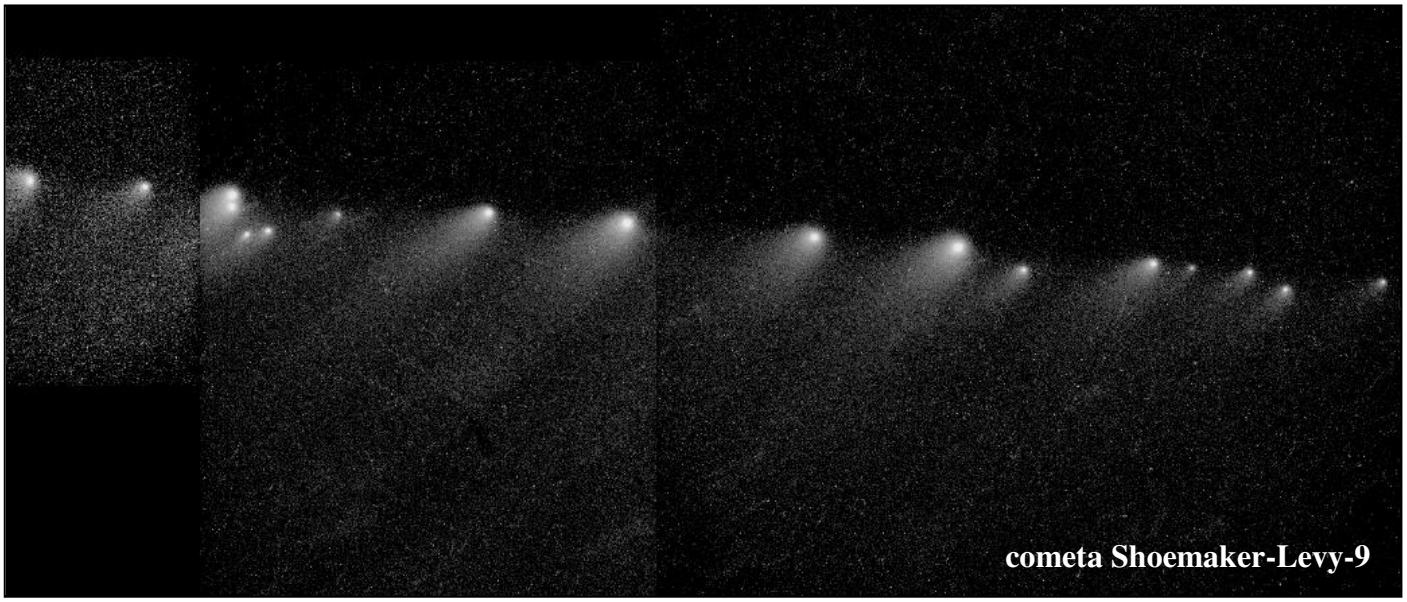


Giotto - 26P/Grigg-Skjellerup (1990)

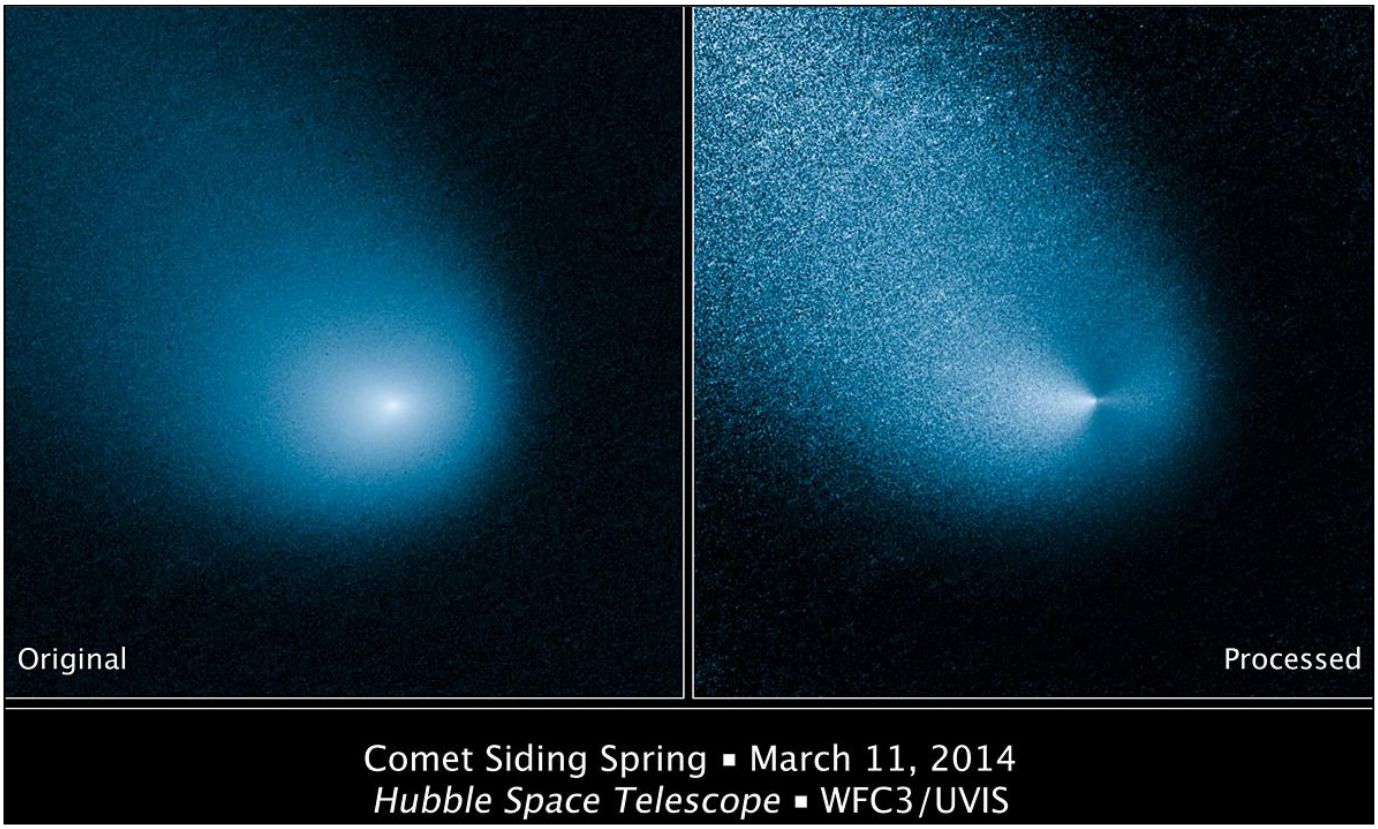
Luego de su misión al Halley, la sonda Giotto fue puesta en hibernación y reactivada en 1990 para dirigirse al encuentro del Cometa Grigg-Skiellerup, con el que tuvo su punto de máximo acercamiento (200 Km) el 10/7/1992, a pesar de que no podía capturar imágenes (los equipos correspondientes se habían dañado en el encuentro con el Halley) los resultados científicos obtenidos por los 8 instrumentos científicos que quedaron ilesos o parcialmente dañados fueron importantes, especialmente en la investigación del comportamiento de las partículas de gas ionizado de la coma y de su campo magnético, más fuerte que el del Halley y el descubrimiento de ondas magnéticas concéntricas al cometa, generadas por partículas cargadas eléctricamente creadas por la ruptura de las moléculas de agua de la coma mientras se mueven en el campo magnético creado por el viento solar, el 11-7-92 la nave volvió a hibernar, sin que haya planes de reactivarla.

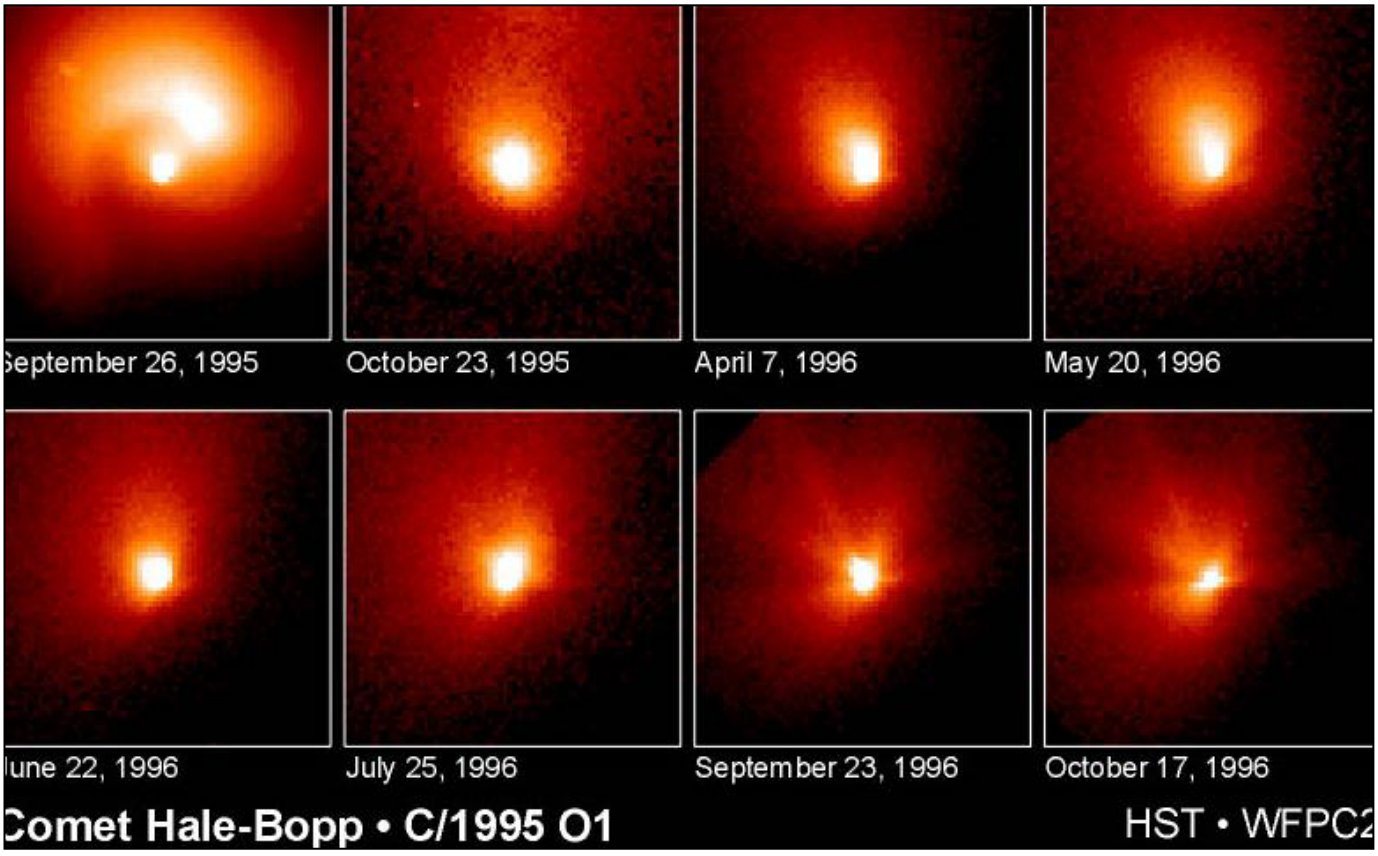
Hubble Space Telescope - Varios cometas (1990)

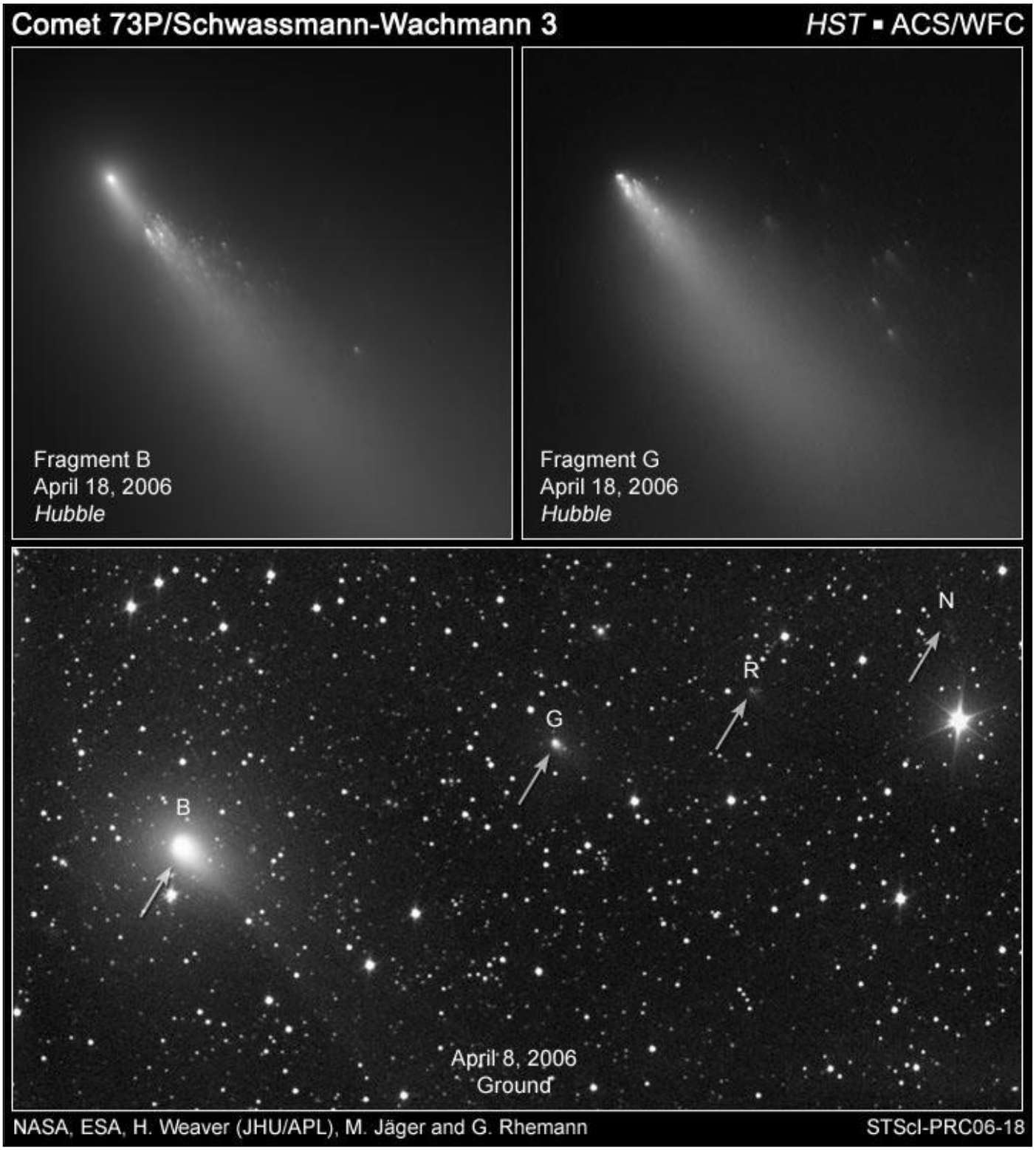
El Hubble Space Telescope (HST), un proyecto conjunto entre la NASA y ESA, telescopio de tipo reflector, su espejo primario tiene un diámetro de 2,4 m, para la exploración del cielo posee cuatro instrumentos con capacidad de obtener imágenes y espectros, un espectrógrafo y tres sensores de guiado fino que podían actuar como interferómetros, lanzado el 24-04-1990 a bordo del transbordador espacial en la misión STS-31, de forma cilíndrica, con un peso total de 11 tn, una longitud de 13,2 m y un diámetro máximo de 4,2 m, orbita a 590 Km de altura, ha tomado imágenes de muchos cometas, entre ellos el Shoemaker-Levy SL-9 cuando este se dirigía en una trayectoria autodestructiva hacia Júpiter en julio de 1994.



cometa Shoemaker-Levy-9


Original
Processed
Comet Siding Spring ▪ March 11, 2014
Hubble Space Telescope ▪ WFC3/UVIS


September 26, 1995
October 23, 1995
April 7, 1996
May 20, 1996
June 22, 1996
July 25, 1996
September 23, 1996
October 17, 1996
Comet Hale-Bopp • C/1995 O1
HST • WFPC2

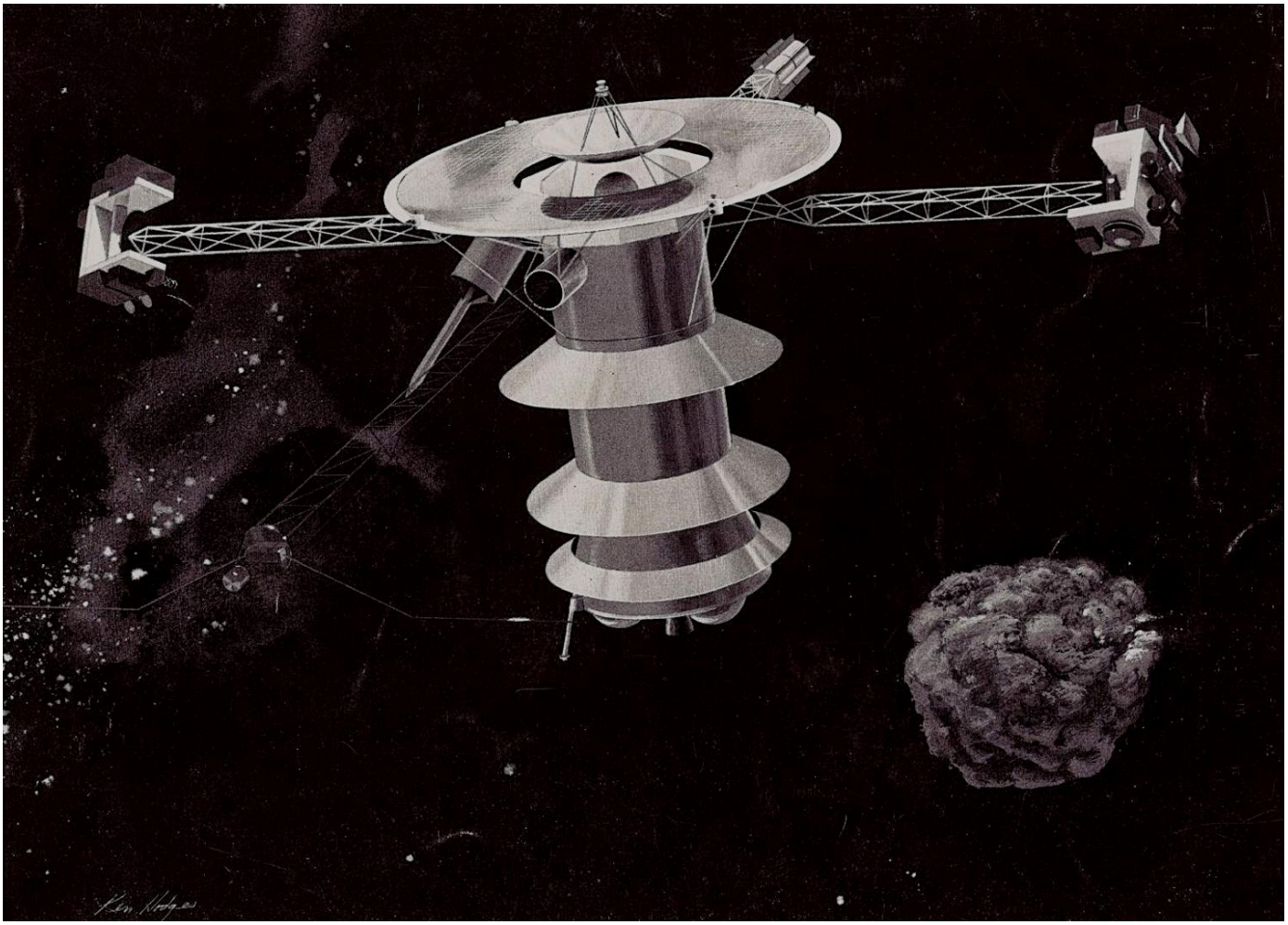

Comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3
HST ▪ ACS/WFC
Fragment B
April 18, 2006
Hubble
Fragment G
April 18, 2006
Hubble
N
R
G
B
April 8, 2006
Ground
NASA, ESA, H. Weaver (JHU/APL), M. Jäger and G. Rhemann
STScI-PRC06-18

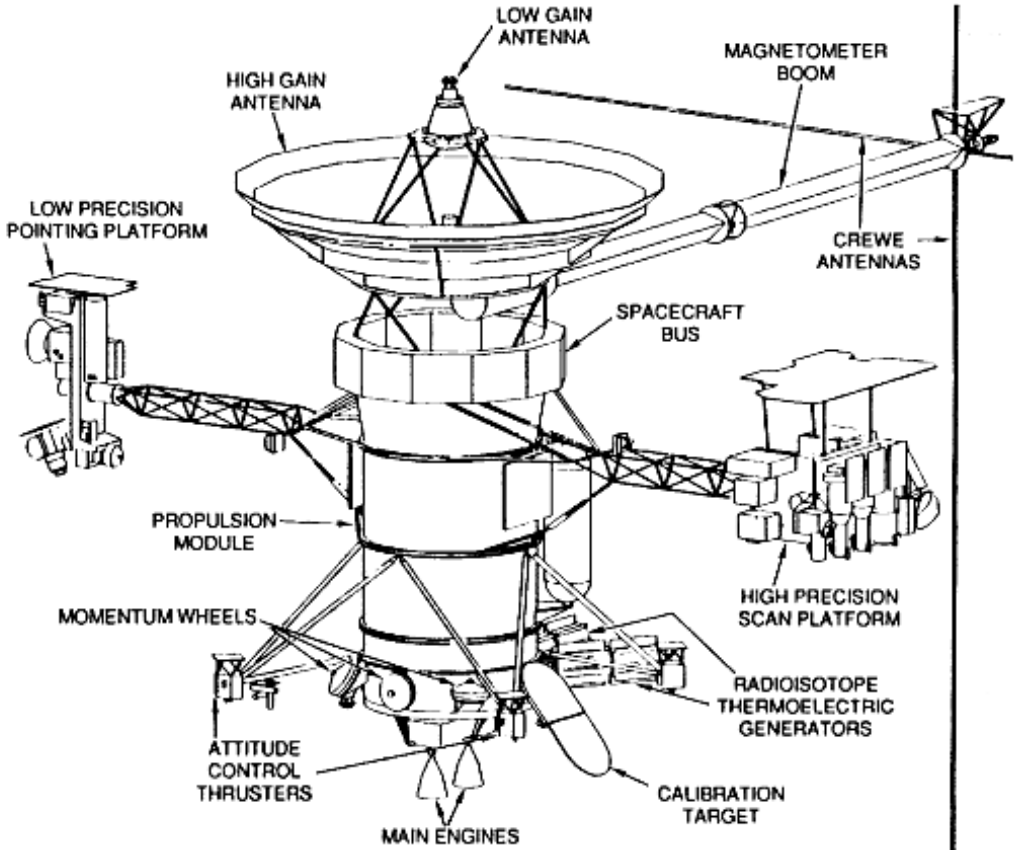
CRAF - 10P/Tempel-2 (1992)

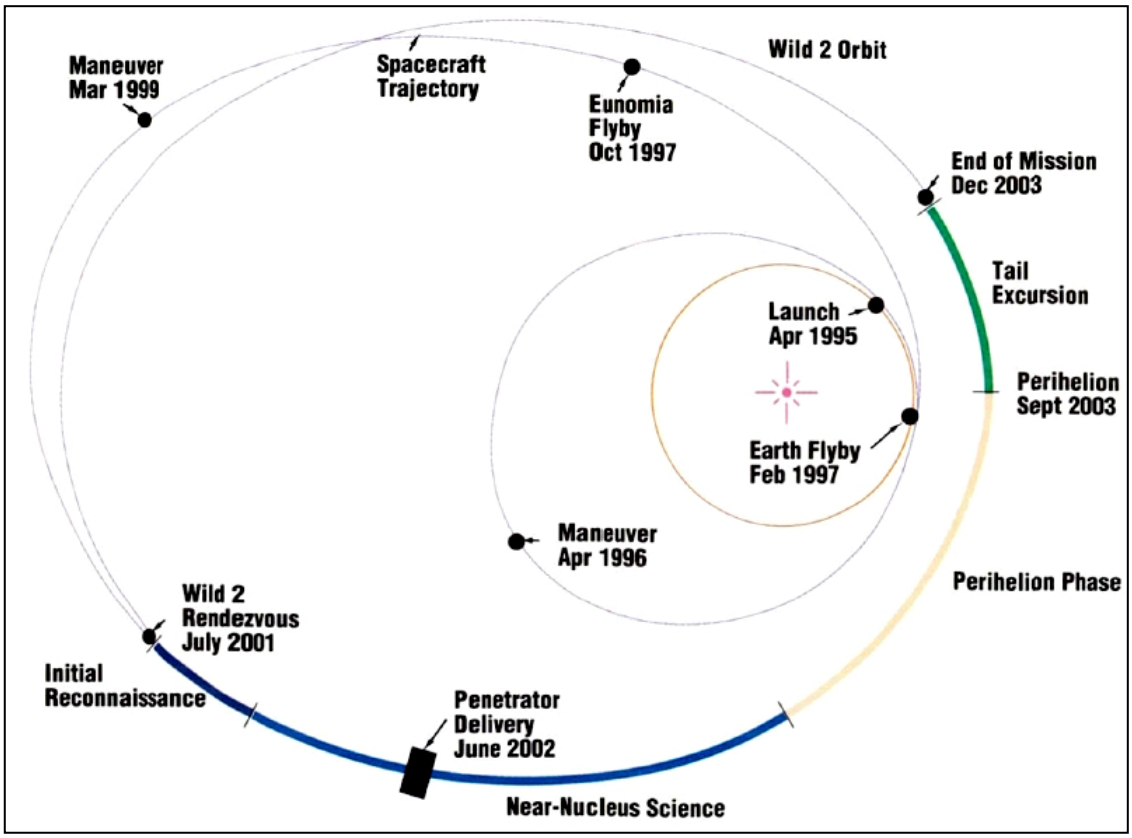
La misión CRAF (**C**omet **R**endesvouz **A**steroid **F**lyby) original implicaba el uso del STS y una etapa Centaur-G para el lanzamiento de una sonda Mariner Mark II al cometa 10P/Tempel-2, el plan original era la misión cometaria más importante de la historia hasta ese momento, el lanzamiento estaba previsto para 1992 y la enviaría a una órbita alrededor del Sol más allá de Marte para realizar el sobrevuelo de un asteroide, luego disminuiría su velocidad para aproximarse a la Tierra y 22 meses después de su lanzamiento aprovecharía el envión gravitacional de nuestro planeta para su acercamiento al cometa 10P/Tempel-2, el acercamiento al cometa se haría cerca del afelio (punto de su órbita más alejado del Sol), por lo que incluiría todas las etapas del ciclo cometario, además de realizar fotografías y mediciones, la sonda enviaría un aterrizador sobre la superficie cometaria para recolectar muestras, incluso de su interior.

El proyecto cuya financiación fue aprobada en 1990 fue una iniciativa conjunta entre la NASA, la ESA, ASI (Italia) y DLR (Alemania) CRAF sería una sonda Mariner Mark II lanzada a bordo de un cohete Titán IV-Centaur en febrero de 1996, con enviones gravitatorios de Venus y la Tierra, visitaría el asteroide 449 Hamburg y en agosto de 2000 llegaría al cometa 22P/Kopff, 850 días antes del perihelio, según lo previsto, en agosto de 2001 lanzaría el lander con instrumentos para tomar muestras del núcleo.

CRAF acompañaría al cometa hasta su perihelio en diciembre de 2002 y lo seguiría hasta cerca del afelio (31-03-2003), completando casi 3 años de vuelo en formación, la órbita planeada era muy cercana al núcleo (10 Km) por recortes presupuestarios, se hizo imposible la financiación de las dos misiones paralelas de las sondas Mariner Mark II, por lo que se canceló la misión CRAF en 1992 y sus fondos fueron a la nave Cassini-Huygens



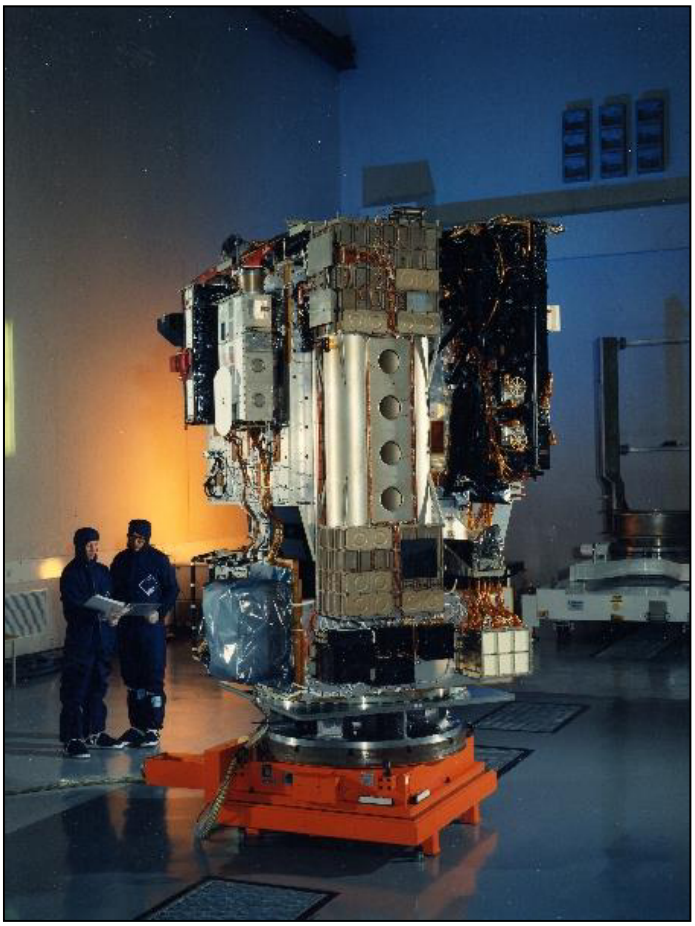

LOW GAIN ANTENNA
HIGH GAIN ANTENNA
MAGNETOMETER BOOM
LOW PRECISION POINTING PLATFORM
CREWE ANTENNAS
SPACECRAFT BUS
PROPULSION MODULE
HIGH PRECISION SCAN PLATFORM
MOMENTUM WHEELS
RADIOISOTOPE THERMOELECTRIC GENERATORS
ATTITUDE CONTROL THRUSTERS
CALIBRATION TARGET
MAIN ENGINES

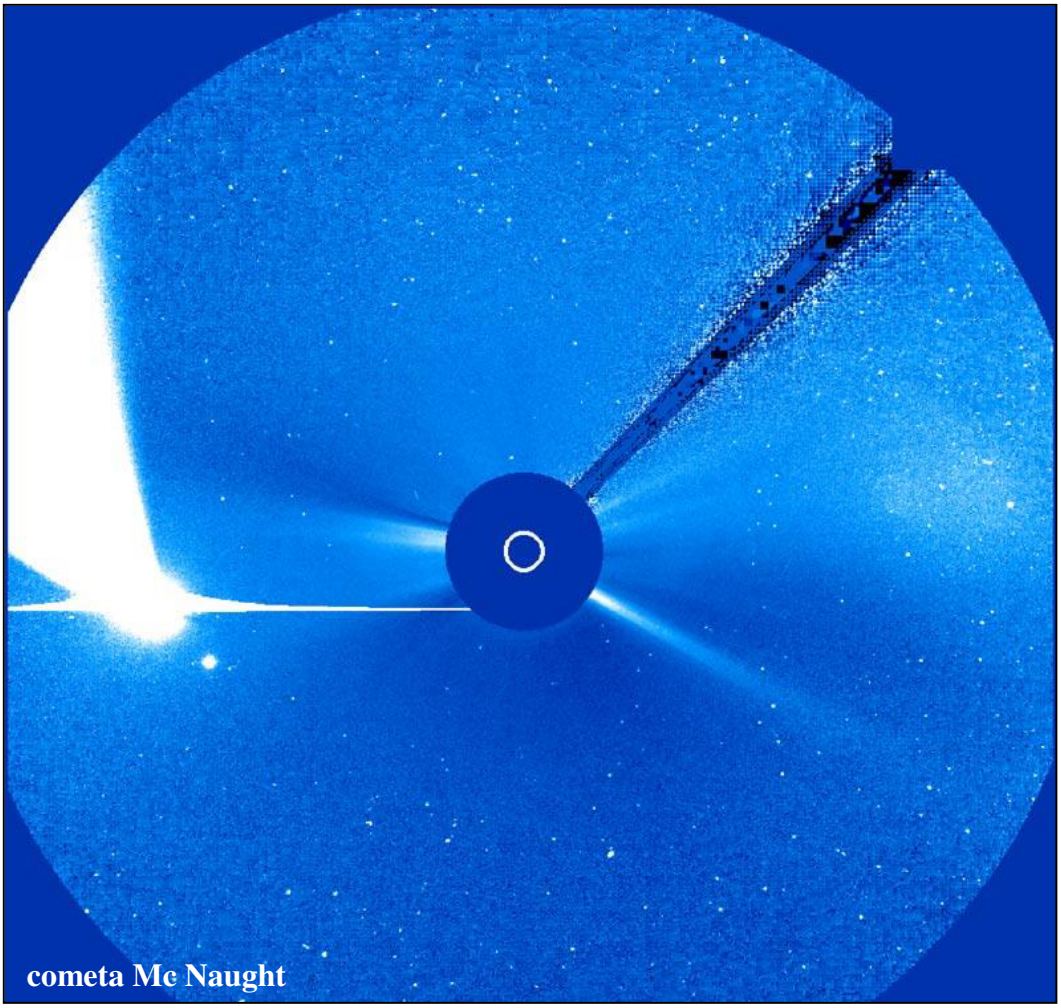

Maneuver Mar 1999
Spacecraft Trajectory
Eunomia Flyby Oct 1997
Wild 2 Orbit
End of Mission Dec 2003
Tail Excursion
Launch Apr 1995
Perihelion Sept 2003
Earth Flyby Feb 1997
Maneuver Apr 1996
Perihelion Phase
Wild 2 Rendezvous July 2001
Initial Reconnaissance
Penetrator Delivery June 2002
Near-Nucleus Science

SOHO - Cometas varios (1995)

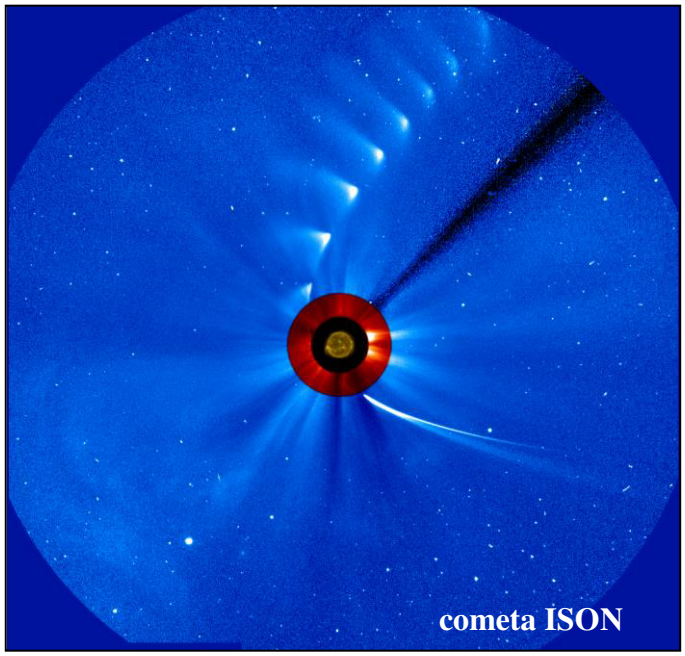
Siendo un proyecto conjunto entre la ESA y NASA, la nave **SO**lar and **H**eliospheric **O**bservatory (SOHO) fue lanzada el 2-12-1995 a bordo de un cohete Atlas-II AS desde Cabo Cañaveral, con el objetivo de estudiar el Sol, comenzando sus operaciones científicas en mayo de 1996, originalmente se planeó como una misión de sólo 2 años, SOHO continúa en funcionamiento) encuentran en la vecindad del punto Lagrange-1 SOHO a aproximadamente 20 millones de Km del Sol (dicho punto se define como aquel en que la gravedad de la Tierra contrarresta la del Sol, por lo que una sonda en dicho lugar quedaría en equilibrio dinámico, siendo la órbita mucho más estable) la sonda transmite a 200 Kb/s enviando la información a la Red del Espacio Profundo (Deep Space Network).

El gran éxito de SOHO como buscador de cometas depende de las personas que analizan sus datos, una tarea abierta al mundo ya que los datos están disponibles públicamente en línea en tiempo casi real, un grupo de astrónomos aficionados voluntarios se dedica a buscar los datos a través del Proyecto Sungrazer (financiado por la NASA) mientras que los científicos a menudo buscan imágenes de SOHO para eventos muy específicos, teniendo mas de 4000 observaciones hechas hasta la actualidad, observar estos cometas también ayuda a comprender más al Sol, sus colas de gas ionizado iluminan los campos magnéticos alrededor del Sol, por lo que pueden actuar como un marcador que ayuda a los científicos a la observación de estos campos invisibles, dichos campos incluso han arrancado las colas de los cometas, lo que permite a los astrónomos observar las colas perdidas que soplan en el flujo constante de partículas solares, las colas actúan como mangas de viento gigantes en este viento solar, mostrando a los investigadores los detalles de su movimiento.

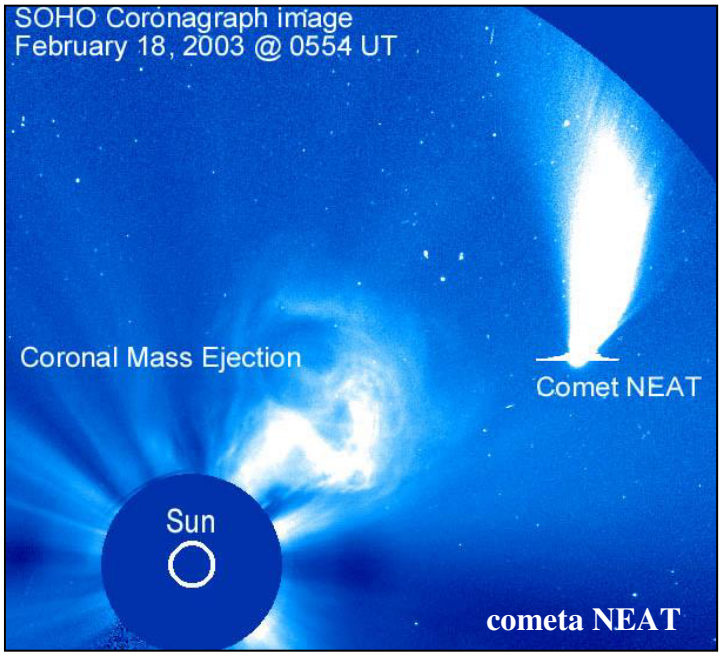




cometa Mc Naught



cometa ISON

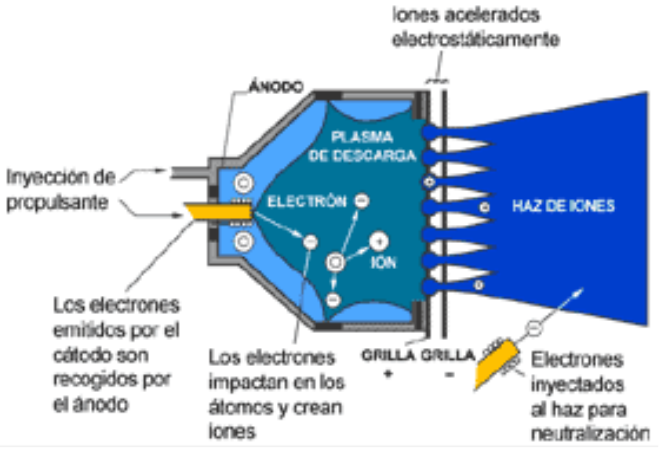


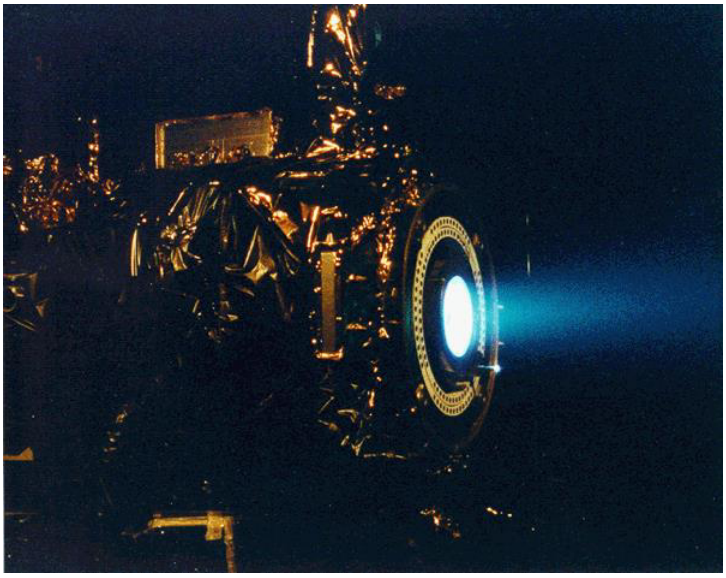
cometa NEAT

Deep Space-1 - 19P/Borelly (1998)

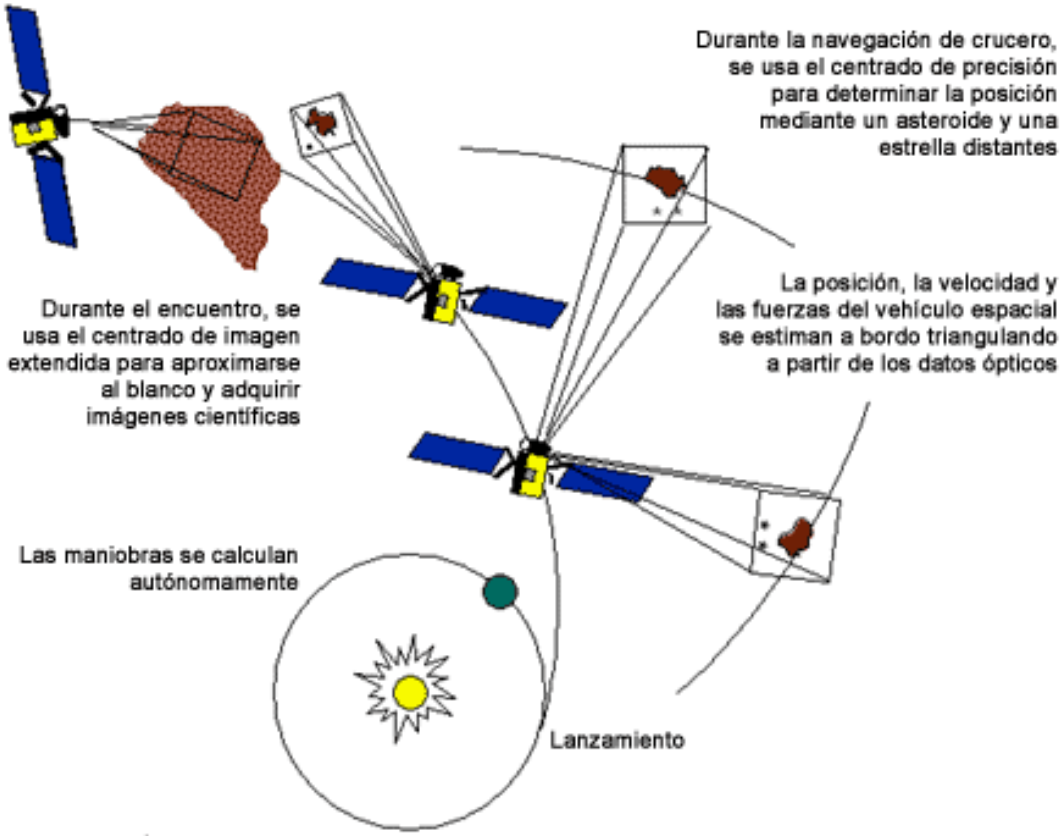
El 24-10-98 fue lanzada la sonda Deep Space-1, cuyo principal objetivo científico era el acercamiento al asteroide 9969 Braille, distintos problemas técnicos dificultaron el cumplimiento del mismo, sin embargo, la extensión de la misión para acercarse al cometa 19P/Borelly fue sumamente exitosa.

Fue la primera misión espacial que utilizó la propulsión eléctrica solar (iónica) para alcanzar su destino, el sistema de propulsión iónica de la nave espacial aceleraba el vehículo de una manera lenta pero continua, siendo capaz de obtener una velocidad alrededor de 10 veces superior a la de los motores de propulsión química.





Llevaba un sistema de navegación autónomo, usando imágenes de asteroides y estrellas captadas por el sistema de cámara de a bordo que calculaba y corregía el rumbo del vehículo espacial

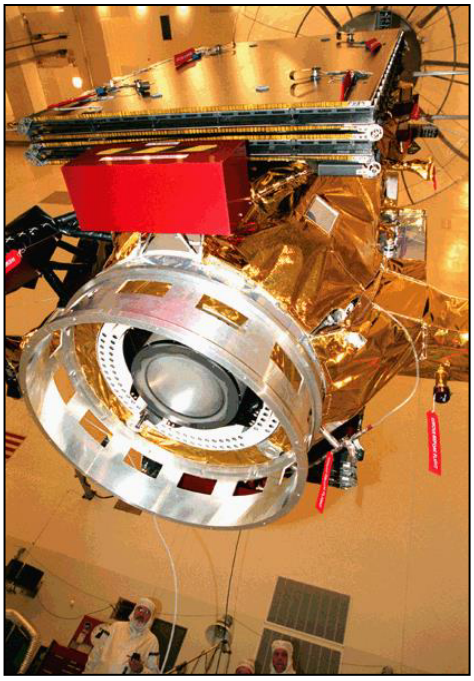


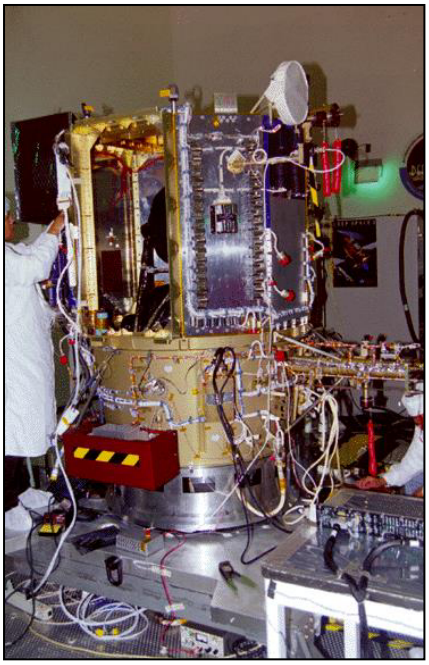
El conjunto de cámara y espectrómetro de imágenes combinaba la generación de imágenes con la espectrometría de imágenes IR y UV, con fines de comparación, las imágenes se toman usando un CCD (dispositivo acoplado por cargas) estándar y un nuevo sensor de pxs activo, que integraba el sistema electrónico y el detector de luz.

Las matrices de concentración solar de avanzada que suministraban energía eléctrica al motor iónico, como también al resto del vehículo espacial eran resistentes a las radiaciones, el monitor de radiobaliza del vehículo enviaba a la Tierra una de cuatro señales de información de estado fácilmente detectables, la señal de estado alertaba al controlador de la misión en caso que el vehículo espacial necesitase de alguna intervención humana.

Los dispositivos de comunicaciones incluían un transpondedor (combinación de receptor y transmisor) miniaturizado de sólo 2,95 Kg, también llevaba un amplificador de estado sólido que amplificaba la señal de radio del transpondedor.

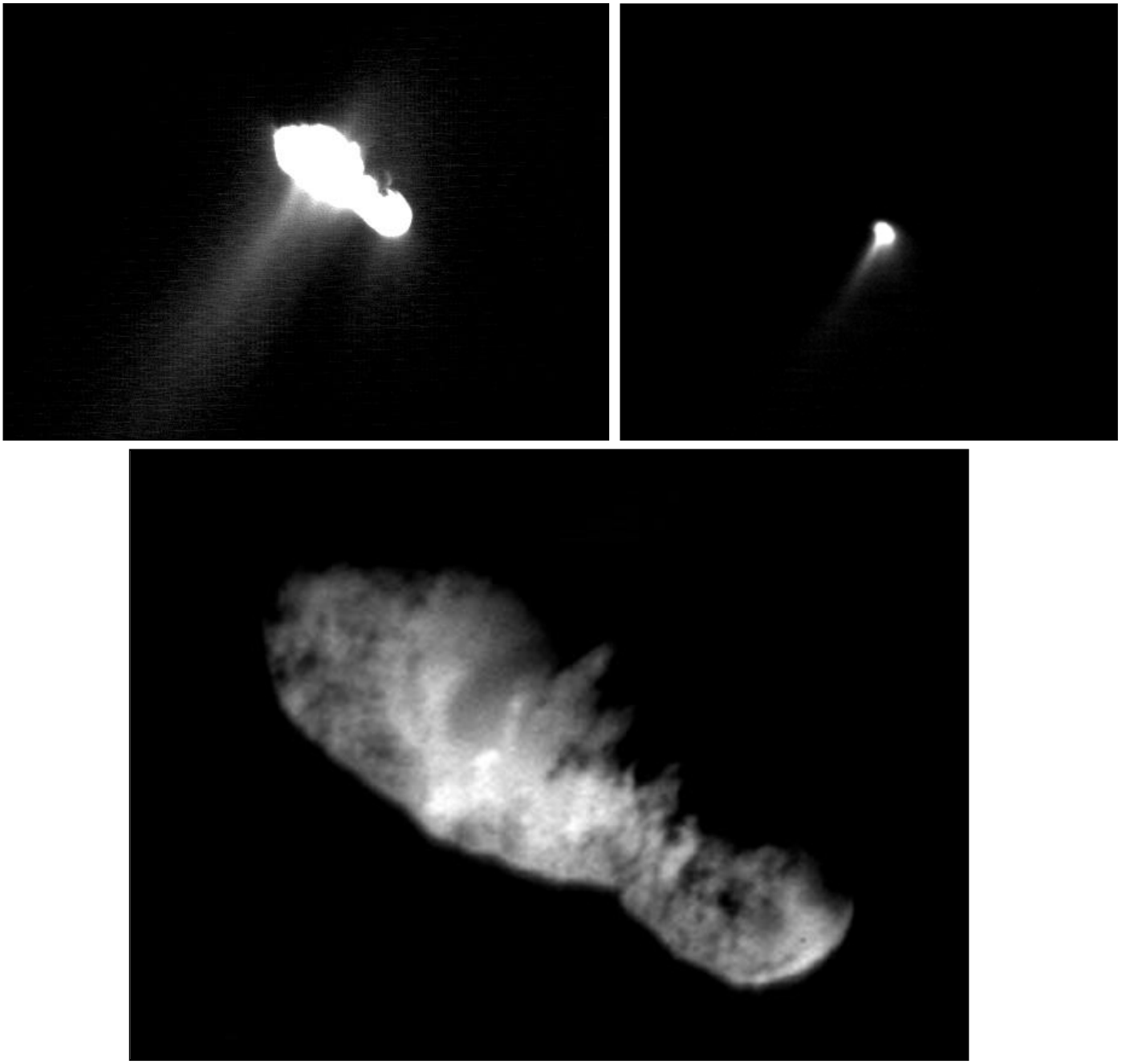
Los equipos para el estudio de física espacial determinaron que las mediciones podían realizarse desde un vehículo espacial que opera con propulsión iónica, la nave completó satisfactoriamente la mayor parte de las pruebas de tecnología dentro de los seis meses siguientes a su lanzamiento.



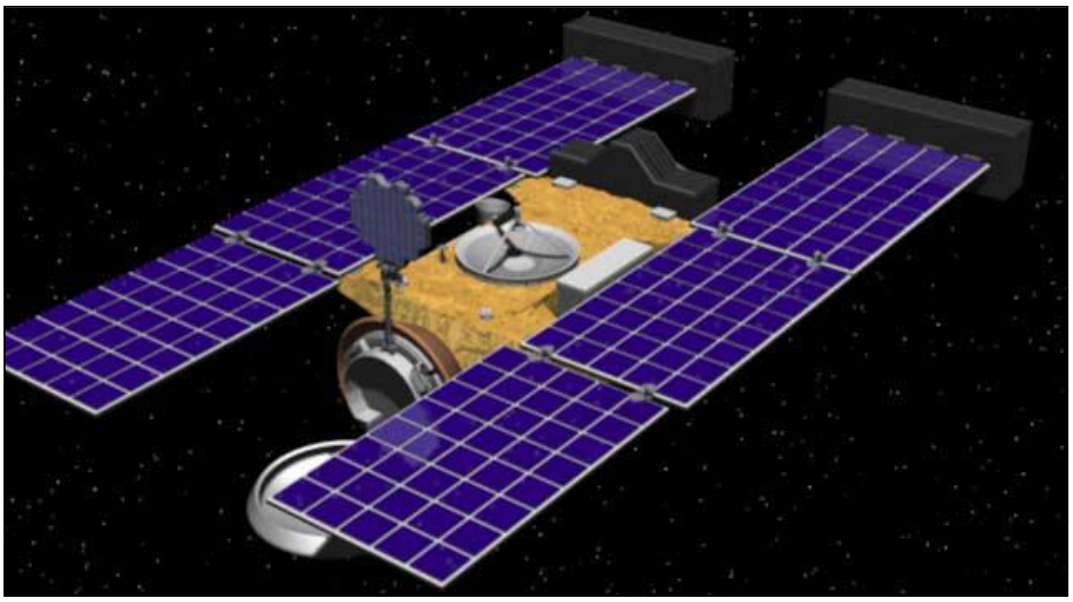


El acercamiento al cometa 19P/Borely se produjo el 21-09-2001, pasando a 2200 Km del núcleo, además se pudo medir la composición de los gases que se movían alrededor del núcleo, otorgándonos nueva información sobre cómo estos gases interactúan con el viento solar, la misión fue un hito en la exploración cometaria, ya que los datos obtenidos mostraron que los núcleos cometarios eran mucho más complejos que los modelos teóricos vigentes hasta la fecha.

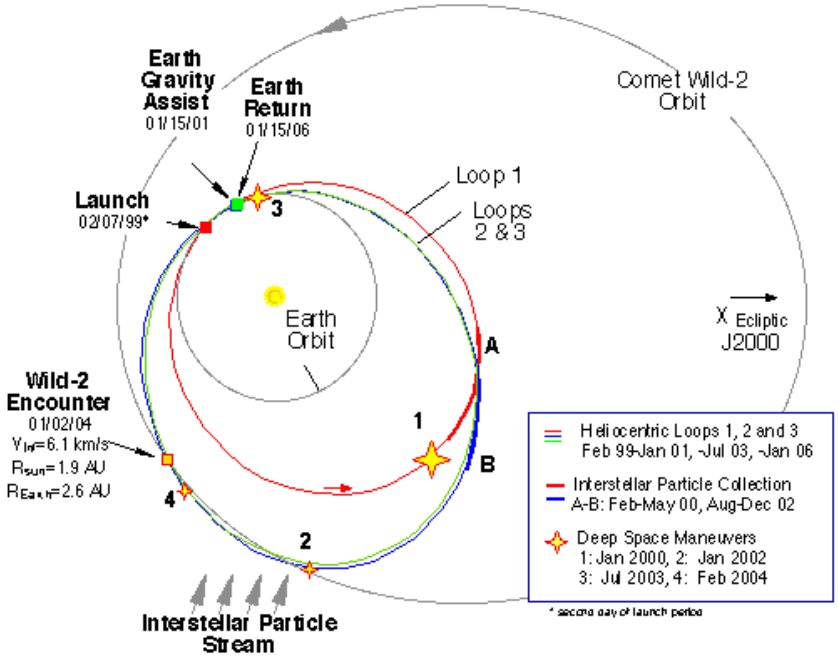
El núcleo del 19P/Borelly es particularmente oscuro, las regiones activas que emiten chorros de gas y polvo cubren apenas el 10 % de su superficie, lo demás aparentaba ser inactivo, se registraron temperaturas de entre 27º y 72º C, se estima que el hielo de la superficie debe de haberse sublimado rápidamente dejando una corteza de color oscuro, el hielo de H^2O se encuentra bajo la superficie y cuando se sublima el gas del interior del núcleo pasa a través de poros y canales de su superficie, otra de las particularidades detectadas es la formación asimétrica de la coma por la fuerte emisión de polvo cerca de uno de los polos del cometa, el viento solar envuelve simétricamente a la coma pero el núcleo estaba desplazado por la distribución asimétrica de los chorros de material o jets en el mismo.



Stardust - 81P/Wild-2 (1999)



La sonda Stardust fue la primera misión estadounidense destinada a recoger muestras cometarias, lanzada el 7-2-99 a bordo de un cohete Delta desde el pad LC-17 de Cabo Cañaveral, sus objetivos eran la recolección de muestras de polvo interestelar (cuya existencia fue comprobada en 1993 por la sonda Ulysses) y de polvo cometario proveniente del núcleo del cometa 81P/Wild-2, ambos tipos de muestras serían atrapadas usando una especie de espuma vítrea denominada aerogel.

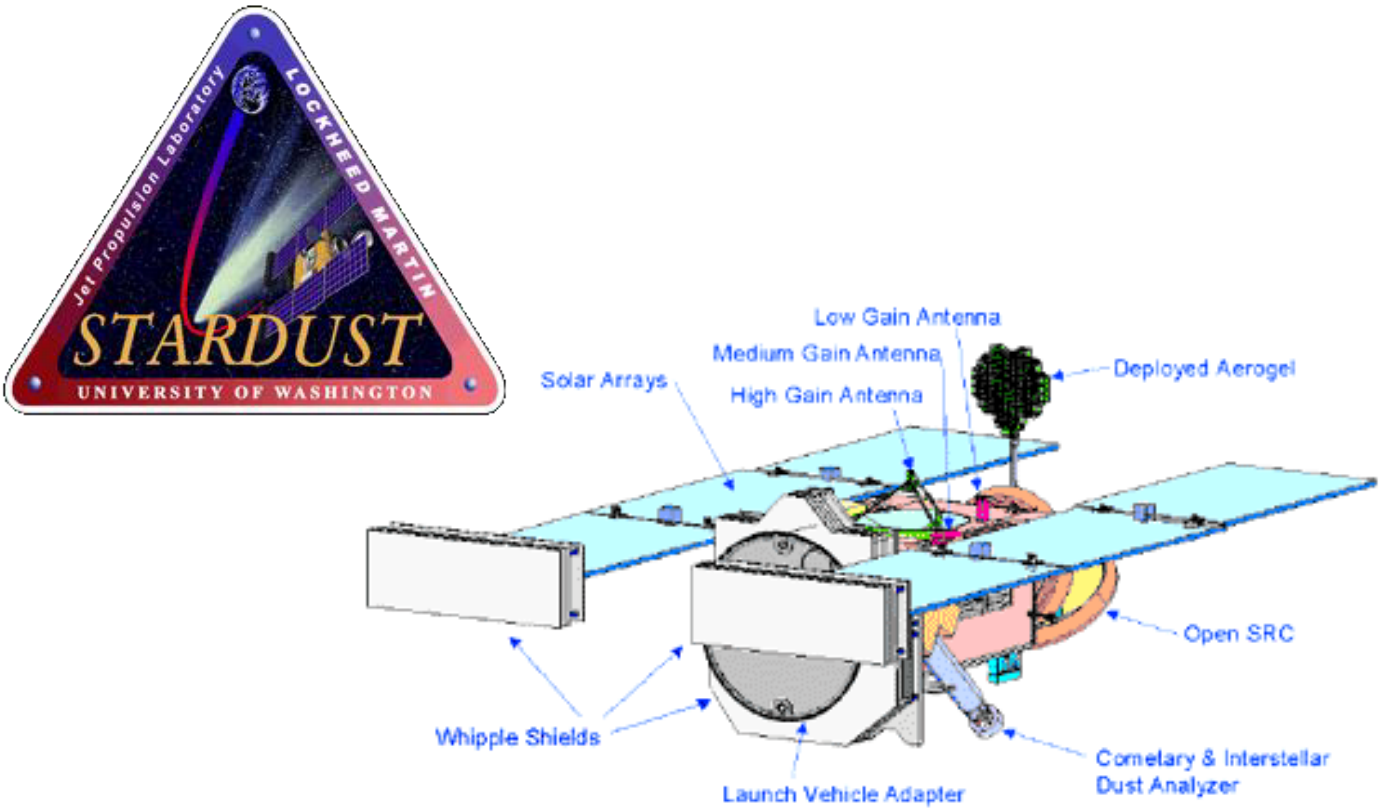


Que es el Aerogel?

Sustancia coloidal similar al gel, en el cual el componente líquido es cambiado por un gas, obteniendo como resultado un sólido de muy baja densidad (3 mg/cm^3 ó 3 kg/m^3) altamente poroso, con ciertas propiedades muy sorprendentes, como su enorme capacidad de aislante térmico, este material está generalmente compuesto por un 90% a un 99,8% de aire, es mil veces menos denso que el vidrio y unas tres veces más denso que el aire, se le denomina humo helado, humo sólido o humo azul debido a su naturaleza semitransparente, sin embargo, tiene al tacto una consistencia similar a la espuma de polietileno, posee un índice de refracción de 1,0 (muy bajo para un sólido) la velocidad del sonido a través de él es muy baja (360 Km/h) fue creado por Samuel Stephen Kistler en 1931 -como resultado de una apuesta entre él y Charles Learned, sobre quién podía reemplazar el líquido de un tarro de mermelada por gas sin que el volumen de este disminuyera- se puede fabricar a partir de diferentes materiales, las investigaciones de Kirstler consistían en aerogeles basados en Silicio, Circonio, Alúmina, óxido de Cromo, Estaño y Carbono.

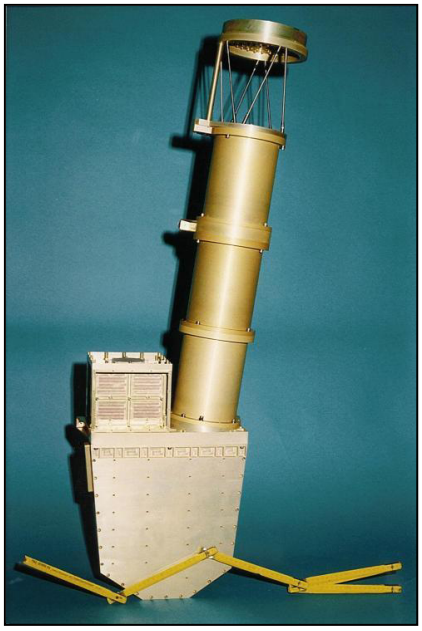
Aproximación

La aproximación al cometa fue cercana ya que el 2-01-2004 ingresó en la coma hasta una distancia de 236 Km del núcleo, recogiendo muestras y tomando fotografías que mostraron con gran nitidez un núcleo muy diferente al que mostraron las fotos del núcleo del Halley tomadas por la sonda Giotto, las imágenes mostraron un núcleo muy semejante a un asteroide, vez de ser una bola de nieve sucia presentaba una superficie cohesiva que ha resistido a numerosos impactos, por lo que estaba repleto de cráteres de hasta 150 m de profundidad y zonas altas de hasta 100 m de altura, como también acantilados, también pudo observarse la abundancia de jets en la superficie y su comportamiento (contrario a lo que se estimaba) ya que en vez de ser cortos chorros que se dispersaran rápidamente en el halo del cometa se trataba de largos chorros que se mantenían cohesionados a gran distancia.

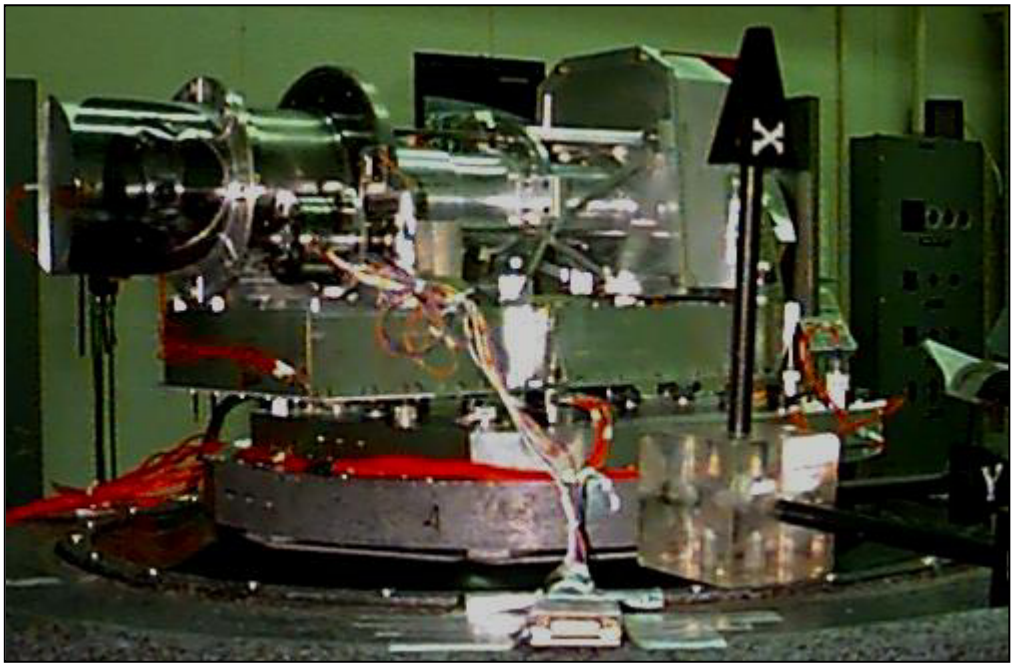


Instrumentos científicos

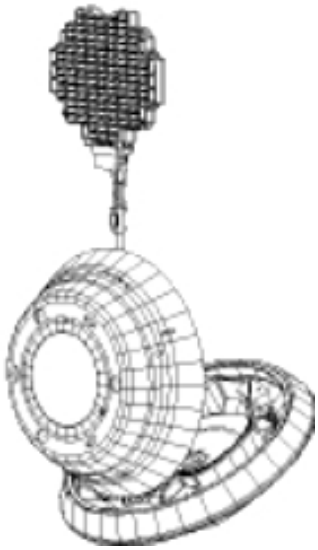
Analizador de Polvo Cometario Estelar (ACDI) Espectrómetro de masas capaz de proporcionar detección y análisis en tiempo real de ciertos compuestos y elementos. Las partículas ingresan al instrumento después de chocar con una placa de impacto plateada y viajan por un tubo hacia el detector, luego el analizador puede detectar la masa de iones separados midiendo el tiempo que tarda cada ión en ingresar y viajar a través del instrumento.

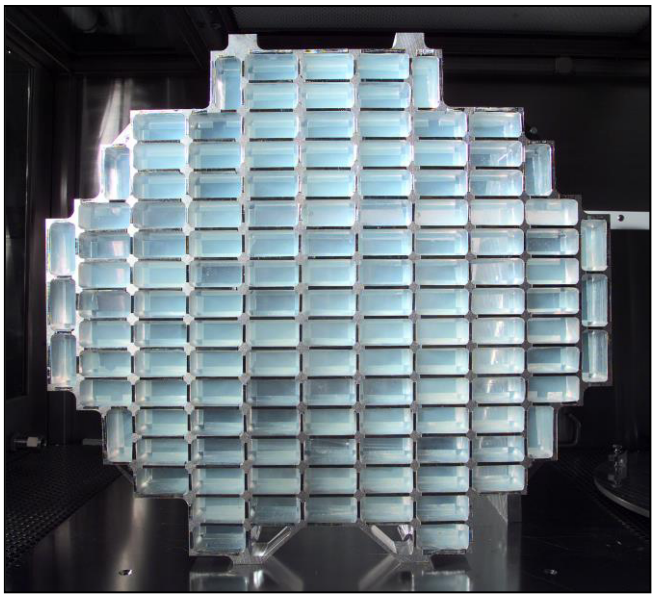


Cámara de Navegación (NavCam) Diseñada para fotografiar al cometa durante el sobrevuelo de su núcleo, captura imágenes en blanco y negro a través de una rueda de filtros que permite ensamblar imágenes en color y detectar ciertas emisiones de gas y polvo de la coma, También captura imágenes en varios ángulos , lo que hace posible crear un modelo tridimensional de un objetivo para comprender mejor el origen, la morfología y las diferencias mineralógicas en la superficie del núcleo, va equipada con un espejo de exploración para variar el ángulo de visión y evitar partículas potencialmente dañinas.

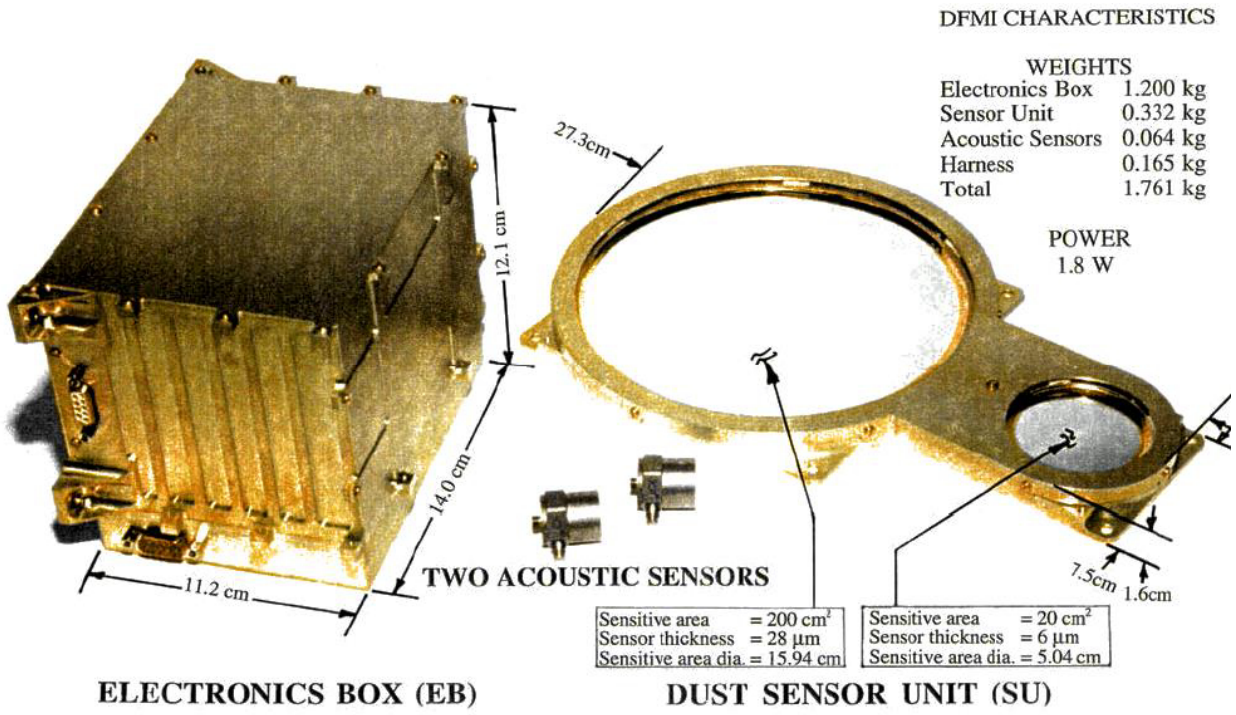


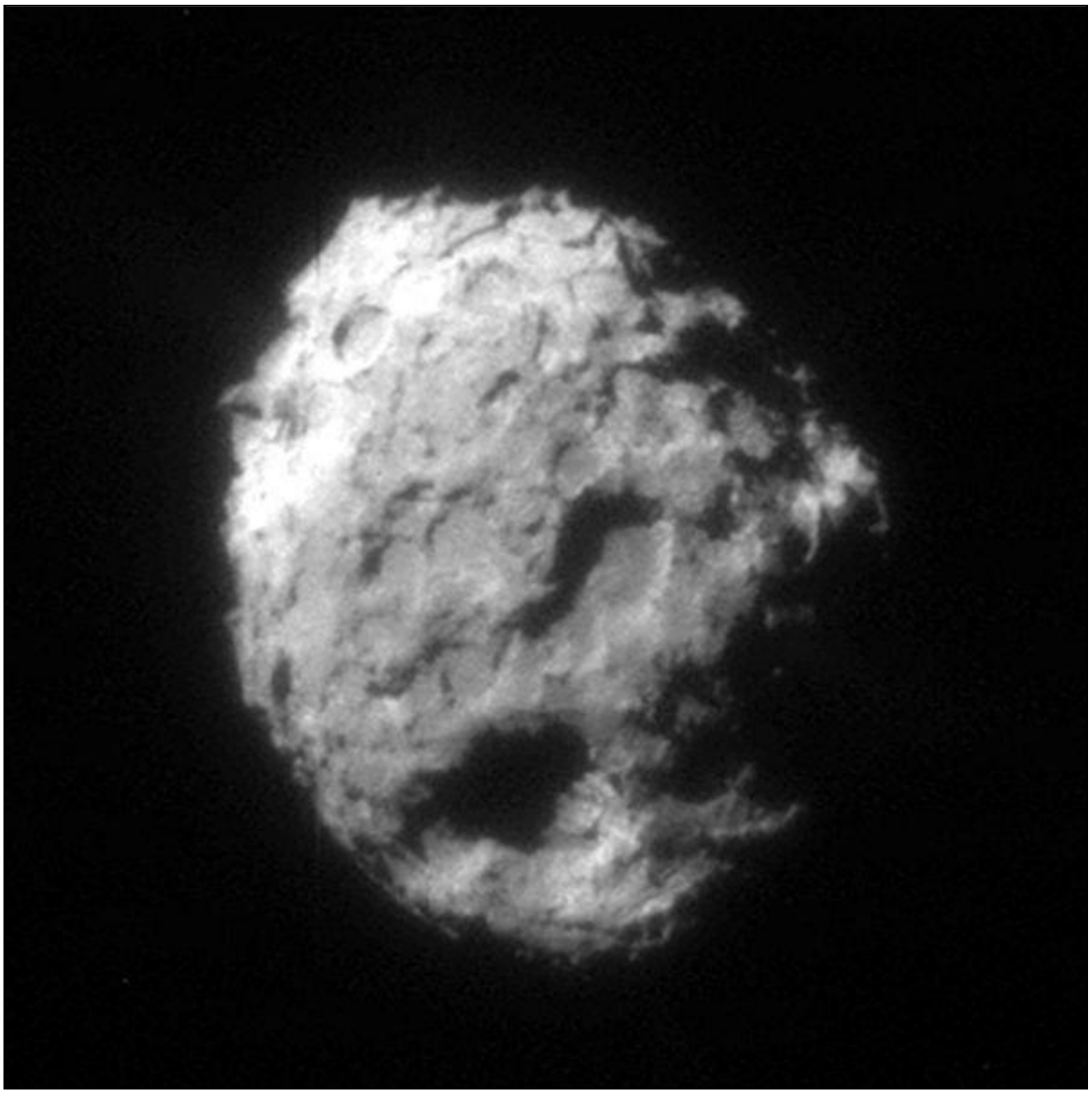
Recolector de partículas (SSC) Usa aerogel, una vez completada la recolección de la muestra, el colector se retrae en la cápsula de retorno que es lanzada desde la nave para luego ser recuperada en la superficie terrestre.

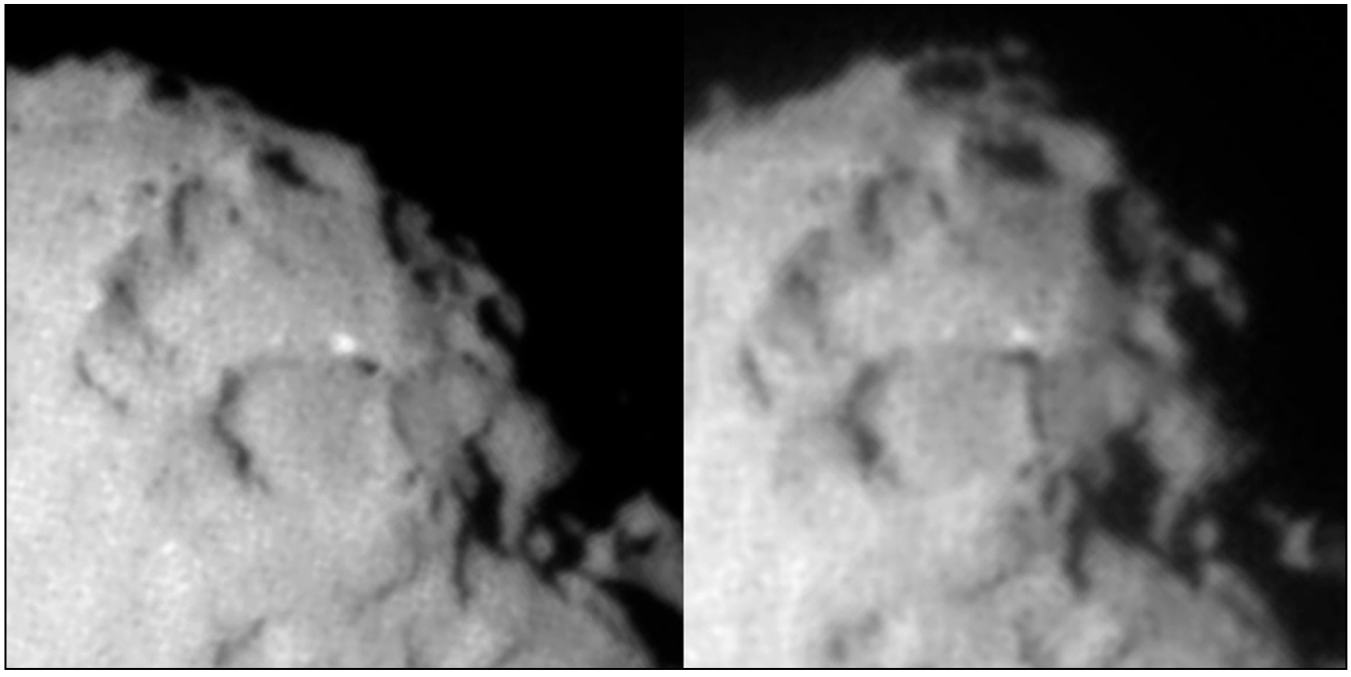


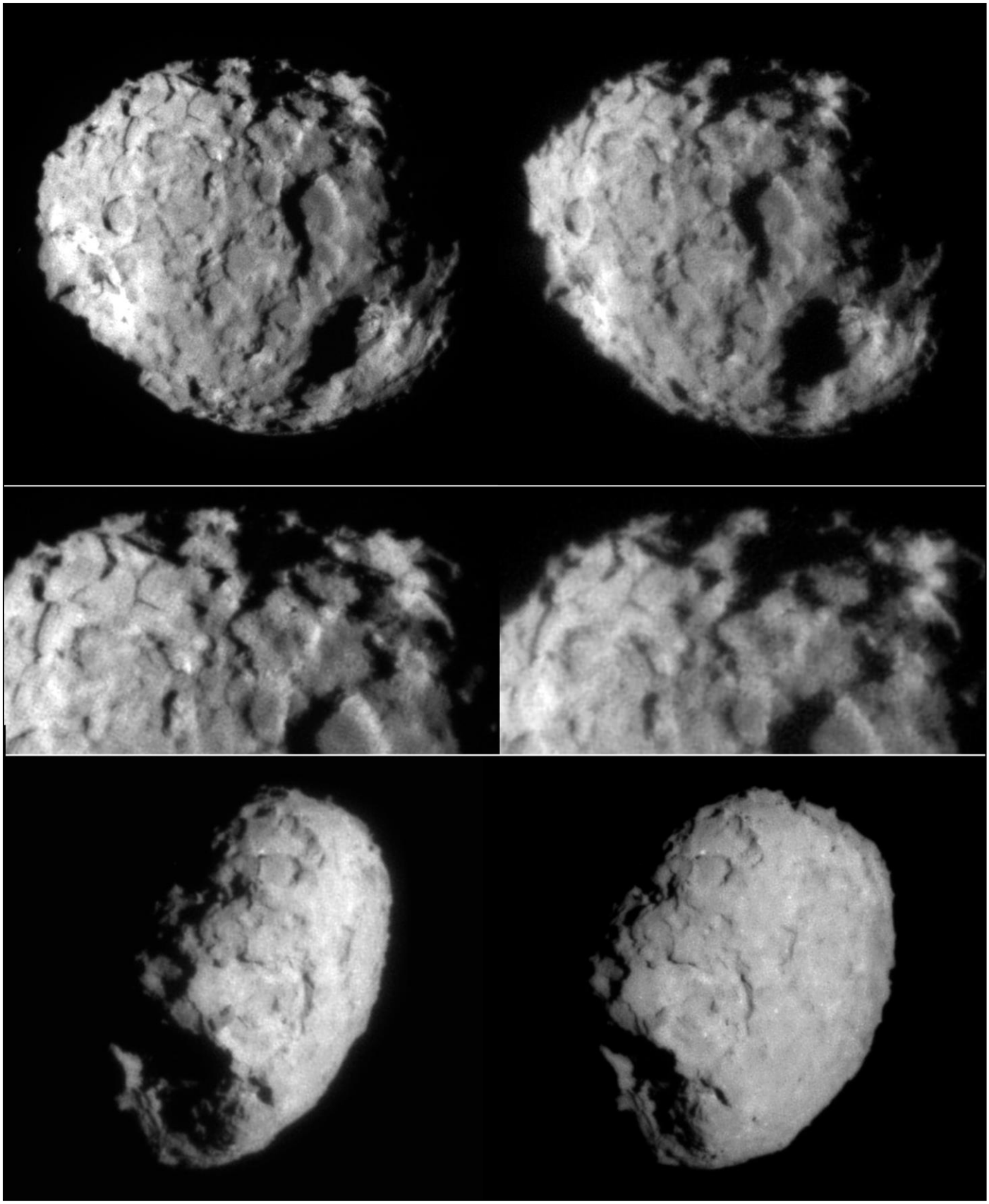


Instrumento Monitor de Flujo de Polvo (DFMI) Ubicado en la parte frontal de la nave, proporciona datos sobre el flujo y la distribución de tamaño de las partículas en el entorno del cometa, registra los datos generando pulsos eléctricos, recibiéndolo un sensor con polarizado especial (PVDF) pudiendo captar partículas de alta energía tan pequeñas como unos pocos micrómetros.

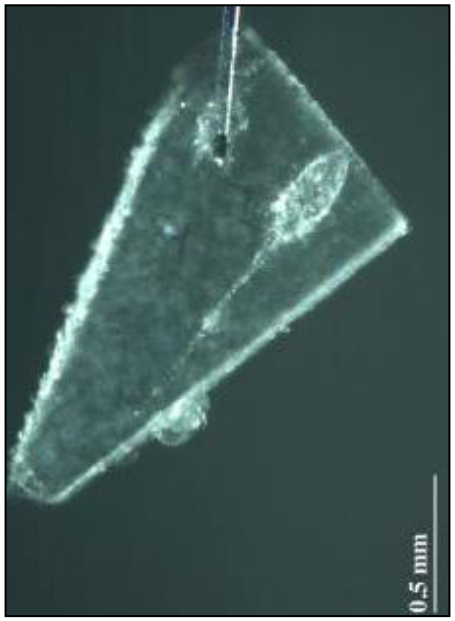


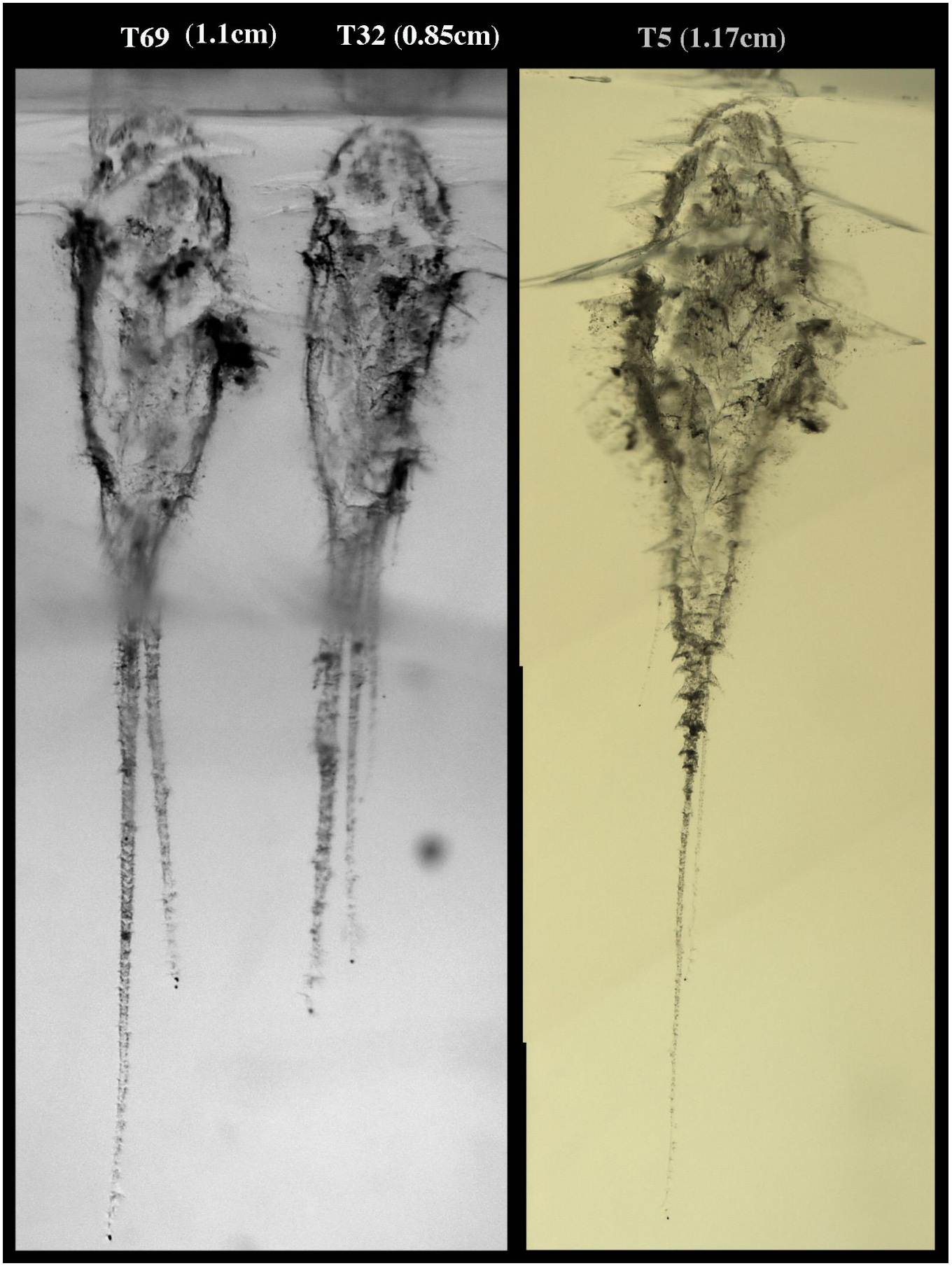




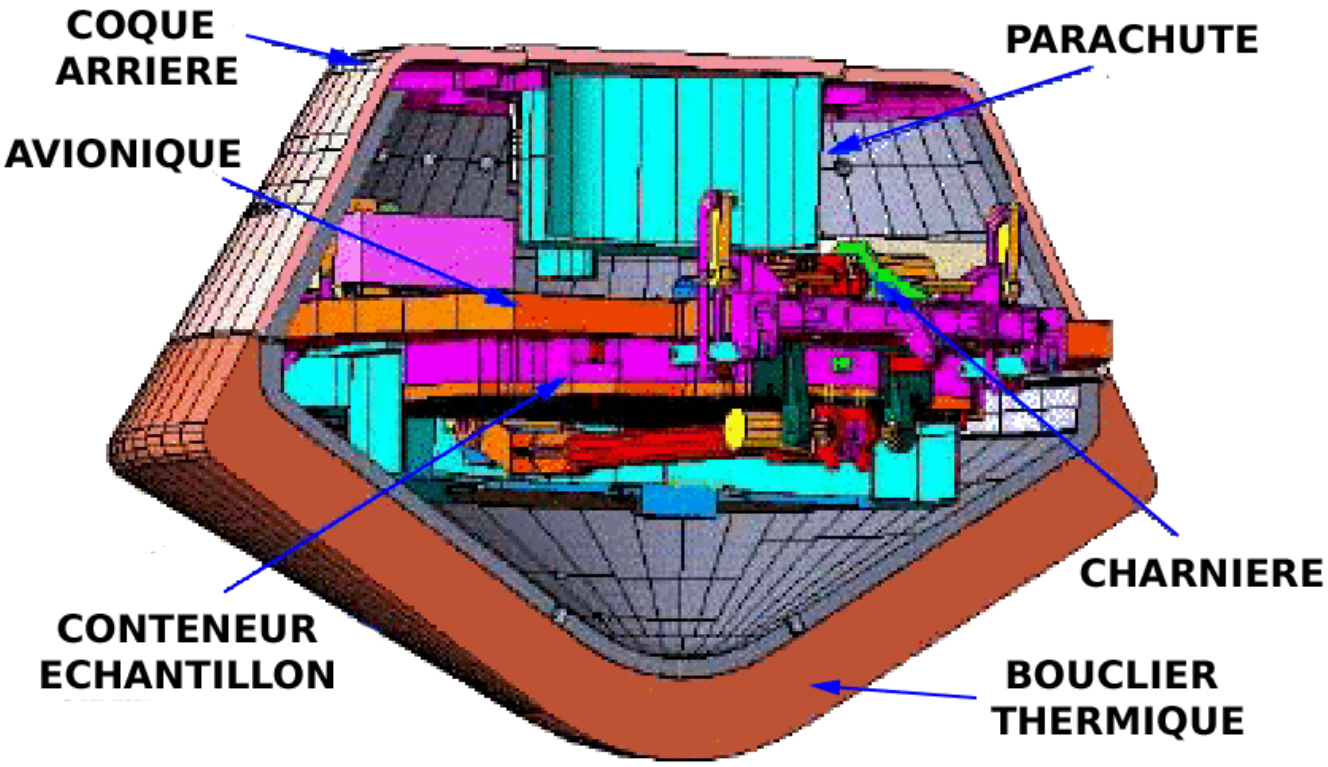


Las muestras recogidas por la paleta de aerogel llegaron a la Tierra de forma exitosa el 16-01-2006 en una zona desértica del estado de Utah prevista para su aterrizaje por medio de paracaídas, protegidas del calor generado por la reentrada atmosférica y en una cápsula especial denominada Sample Return Capsule, luego de desprenderse del cuerpo principal de la nave (que evitando la atracción gravitatoria de nuestro planeta, pudo seguir activa para poder ser reprogramada) fue reutilizada para poder fotografiar el núcleo del cometa 9P/Tempel-1, especialmente el cráter de impacto generado por la sonda Deep Impact en 2005.




T69 (1.1cm)
T32 (0.85cm)
T5 (1.17cm)

La cápsula con las muestras reentró a una velocidad de 46000 Km/h (siendo la velocidad de reentrada más rápida en la atmósfera terrestre alcanzada por un objeto hecho por el hombre) la desaceleración máxima fue de 34 g en 40 seg se encontraba a una altitud de 55 Km sobre localidad de Spring Creek, Nevada; la protección térmica alcanzó una temperatura de más de 2900 °C durante el reingreso, luego la cápsula desplegó un paracaídas aterrizando en el campo de entrenamiento y pruebas de Utah (UTTR).



La cápsula fue primero transportada por un avión militar desde Utah a la Base Aérea Ellington, Houston, Texas; luego fue transferida por carretera en un convoy sin previo aviso a la Instalación Curatorial de Materiales Planetarios en el centro NASA/Johnson de Houston para comenzar el análisis.

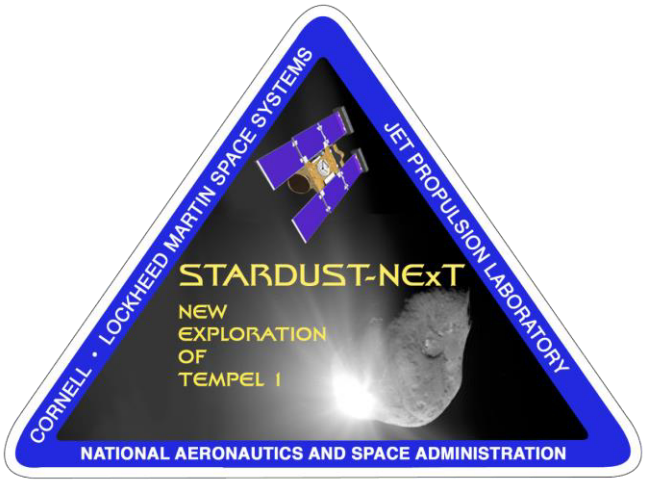
El recipiente de la muestra se llevó a una sala limpia (con un factor de limpieza 100 veces superior al de la sala de operaciones de un hospital) para garantizar que el polvo interestelar y el cometa no se contaminara, las estimaciones preliminares sugerían que al menos un millón de partículas microscópicas de polvo estaban incrustadas en el colector de aerogel, se encontró que 10 partículas tenían al menos 0,1 mm y la mayor de aproximadamente 1 mm, también se encontraron unos 45 impactos de polvo interestelar en el colector de muestras (que se encontraba en la parte posterior del colector de polvo cometario).

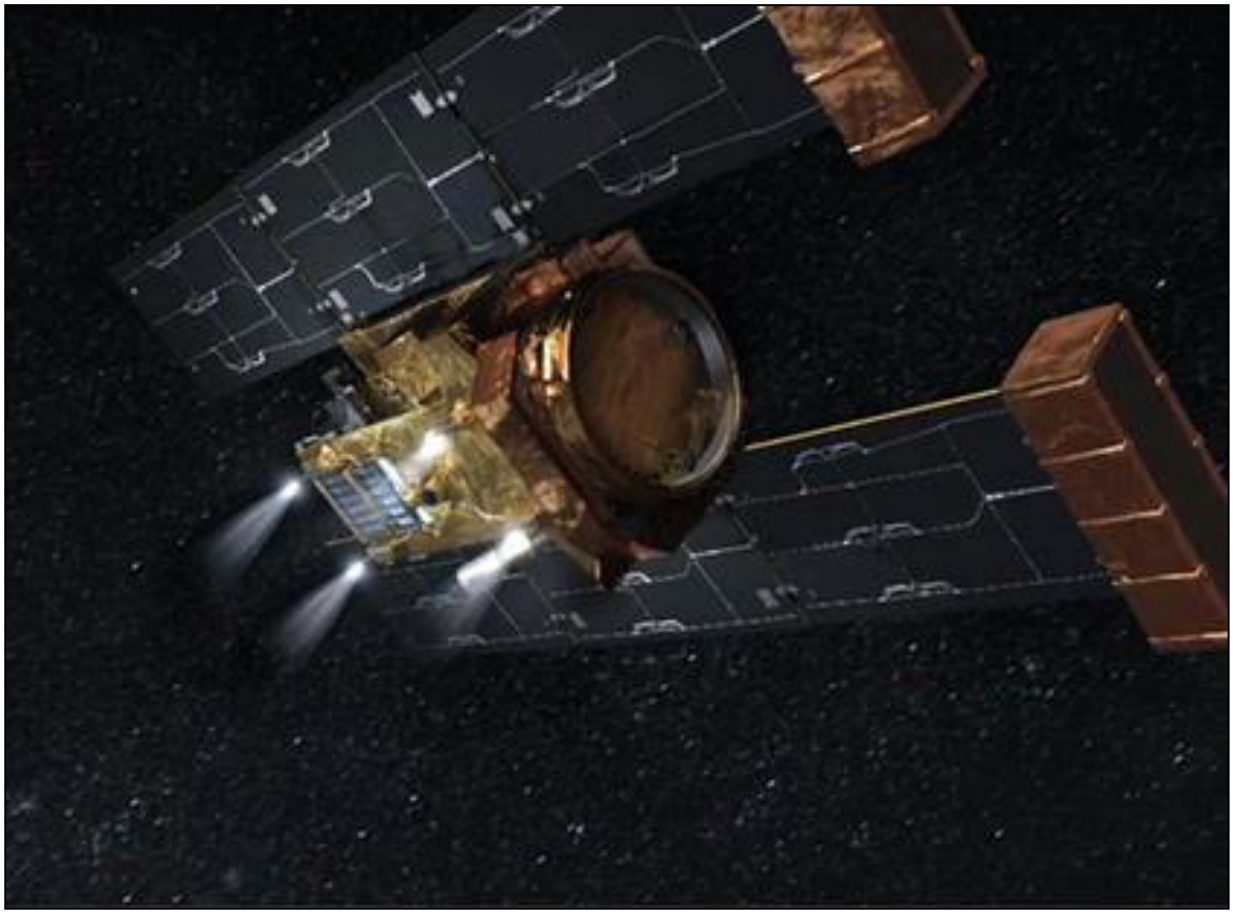
Entre los hallazgos se encontraron una amplia gama de compuestos orgánicos , incluidos dos que contienen Nitrógeno de uso biológico, hidrocarburos alifáticos indígenas con cadenas de mayor longitud que los observados en el medio interestelar difuso, abundantes silicatos amorfos, además de silicatos cristalinos como el olivino y el piroxeno, silicatos hidratados y minerales de carbonato se encontraron ausentes, lo que sugiere una falta de procesamiento acuoso del polvo cometario, entre las partículas recuperadas también hay una exótica mezcla de Titanio, Vanadio y Nitrógeno, que sólo se forma a temperaturas superiores a los 1100 ºC, lo que llevó a científicos preguntarse sobre las verdades establecidas sobre la formación del Sistema Solar o bien los minerales se formaron en una zona extremadamente caliente y luego transportadas a las regiones más frías del Sistema Solar o son provenientes de otro sistema estelar.

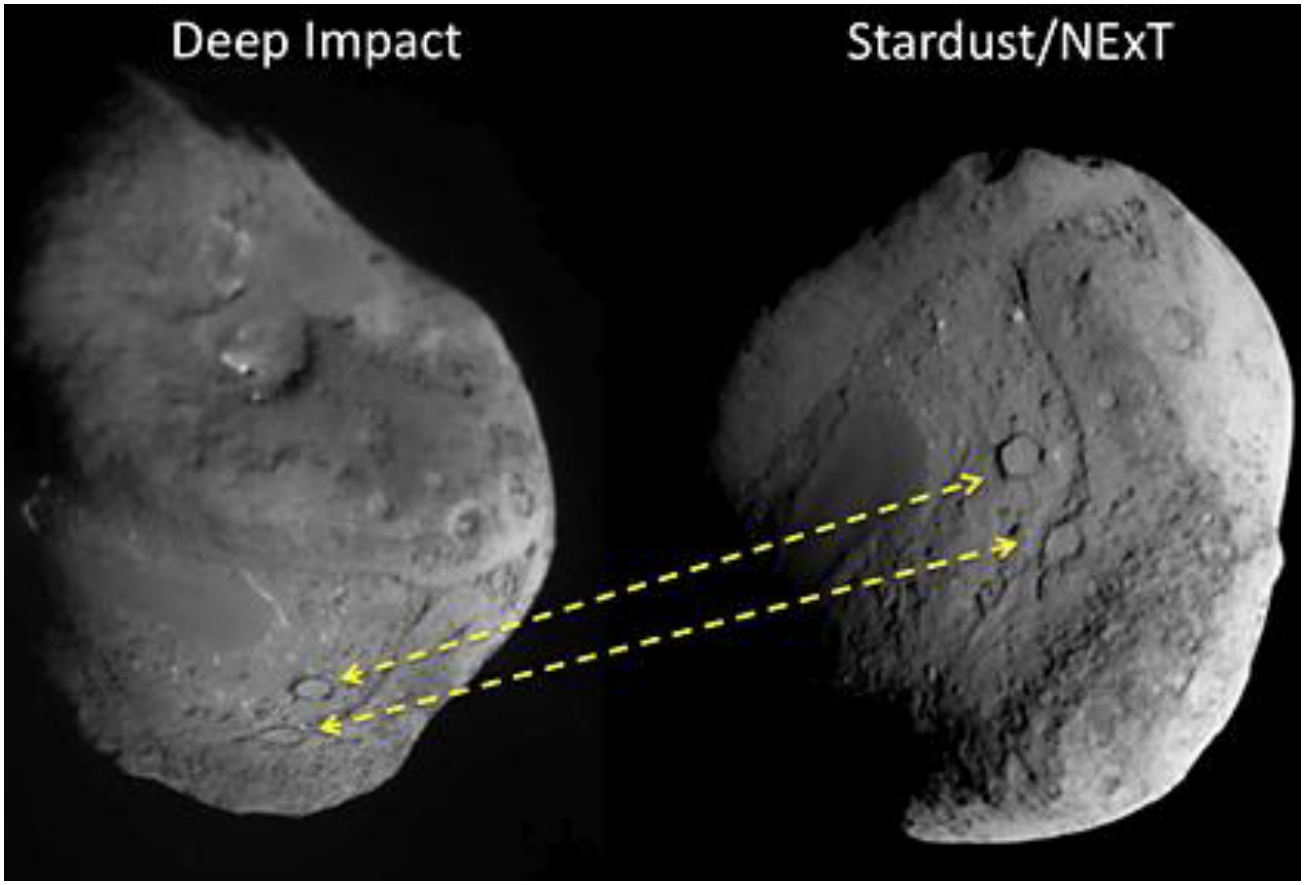
NExT - 9P/Tempel-1 (2011)

La sonda Stardust fue reutilizada para la misión NExT (**N**ew **Ex**ploration of **T**empel-1), cuyo objetivo fundamental era lograr el mapeo más exacto existente de un núcleo cometario, con la consiguiente información sobre su geología, y sería la primera vez que se observaría un mismo cometa en dos pasos por su perihelio.

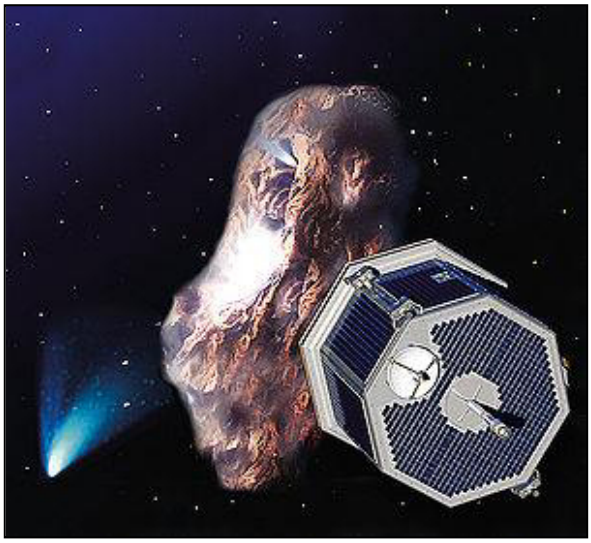
Otro de los hitos de la misión era que por primera vez se observaría los cambios producidos en el núcleo al acercarse al Sol y sobre todo la observación del cráter provocado por el estallido realizado por el impactador llevado por la sonda Deep Impact (escasamente visible por el depósito de materiales posterior a la explosión) y se analizaría la composición, densidad y distribución de masa de las partículas de polvo dentro de la coma, el encuentro con el cometa se produjo el 15-2-2011, pasando a una distancia de 181 Km del núcleo, se pudieron tomar fotografías de zonas no cubiertas por la nave Deep Impact y del cráter provocado por ésta.

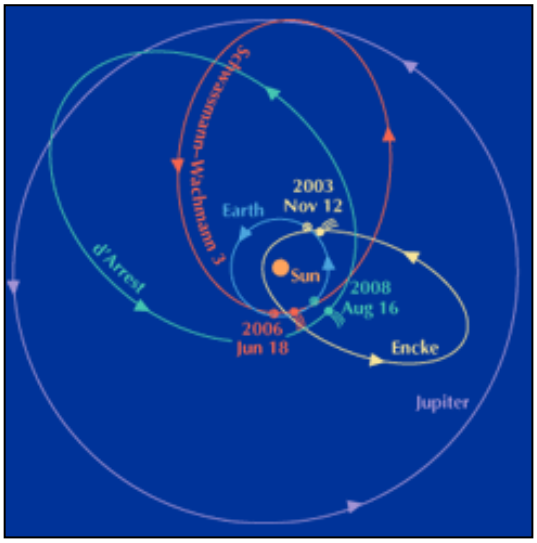





Deep Impact
Stardust/NExT

CONTOUR - 2/P Encke (2002)

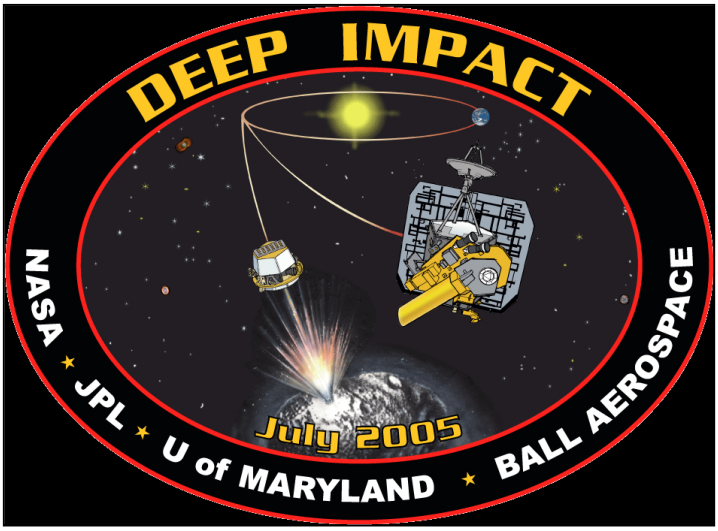




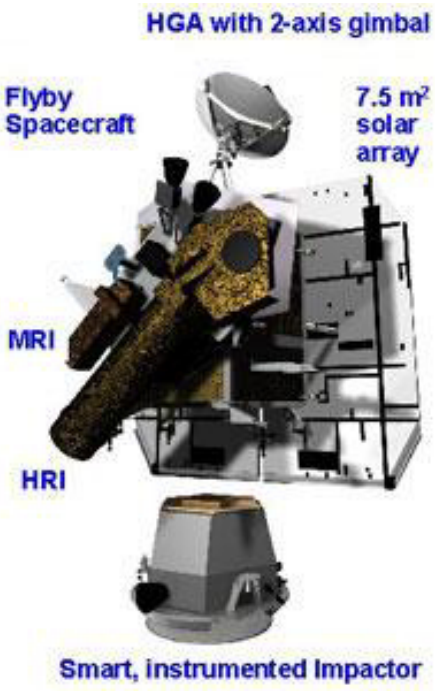
La sonda CONTOUR (**CO**met **N**ucleus **TOUR**) fue lanzada y puesta en órbita terrestre el 3-06-2002 a bordo de un cohete Delta II, el 15 de agosto se realizó la maniobra de encender el motor de combustible sólido Star-30 para que la nave ingresara en la órbita solar que la llevaría al sobrevuelo el 12-11-203 (a una distancia de entre 100 y 160 Km) del cometa 2/P Encke, luego de dicho sobrevuelo, enviones gravitatorios de la Tierra la llevarían en junio de 2006 a sobrevolar el cometa 73/P Schwassmann-Wachmann y en agosto de 2008 al cometa 6P/d'Arrest (incluso se especulaba que pudiera visitar con posterioridad otro cometa cuya órbita se ajustara a los requerimientos de la misión, sin embargo, el 15-10-2002 luego de encenderse el motor se perdió todo contacto con la nave, los intentos de comunicación prosiguieron hasta diciembre de 2002 sin resultados favorables, la hipótesis más aceptada es que durante el encendido la sonda se desintegró, probablemente debido a fallos en la estructura de la nave que hicieron que no soportara el calor del motor de combustible sólido en su centro.

Deep Impact - 9P/Tempel 1 (2005)

La sonda Deep Impact fue lanzada el 12-01-2005 en un cohete Delta-II, desde Cabo Cañaveral, estaba diseñada para el estudio de la composición del núcleo del cometa 9P/Tempel 1, las misiones cometarias como Giotto y Stardust fueron misiones de acercamiento, en las que el estudio del núcleo se realizaba por fotografías y exámenes a distancia, esta misión fue diferente porque se propuso eyectar material del interior del núcleo a través de una explosión generada por una vehículo de impacto en el núcleo del cometa.



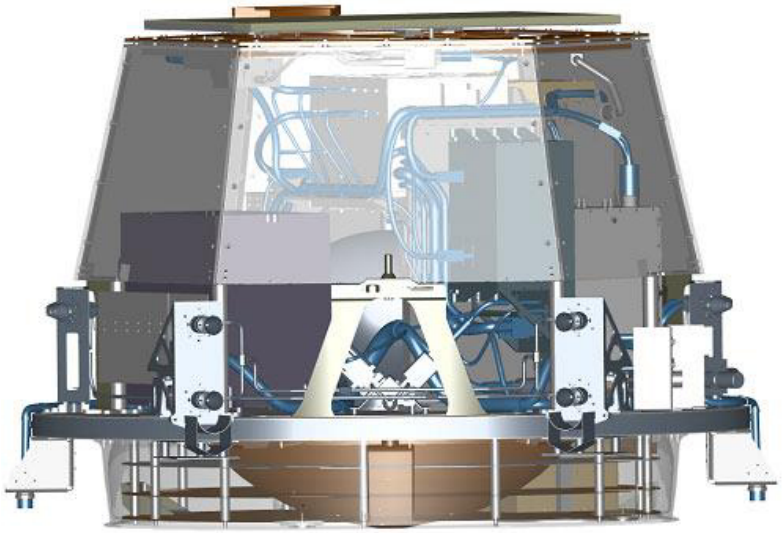
La nave espacial de sobrevuelo (denominada Flyby) tenía unos 3,3 m de largo, 1,7 m de ancho y 2,3n de alto, incluía dos paneles solares, un escudo contra desechos y varios instrumentos científicos para imágenes, espectroscopía IR y navegación óptica a su destino cerca del cometa, también llevaba dos cámaras, HRI o generador de imágenes de alta resolución que era un dispositivo de imágenes que combinaba una cámara de luz visible con una rueda de filtros y un espectrómetro IR y la cámara MRI o generador de imágenes de resolución media, siendo un dispositivo de respaldo y se usó principalmente para la navegación durante el enfoque final de 10 días, también tenía una rueda de filtros, con un conjunto de filtros ligeramente diferente, el peso de instrumentos era de 90 Kg y se usó 92 W de energía durante el encuentro.

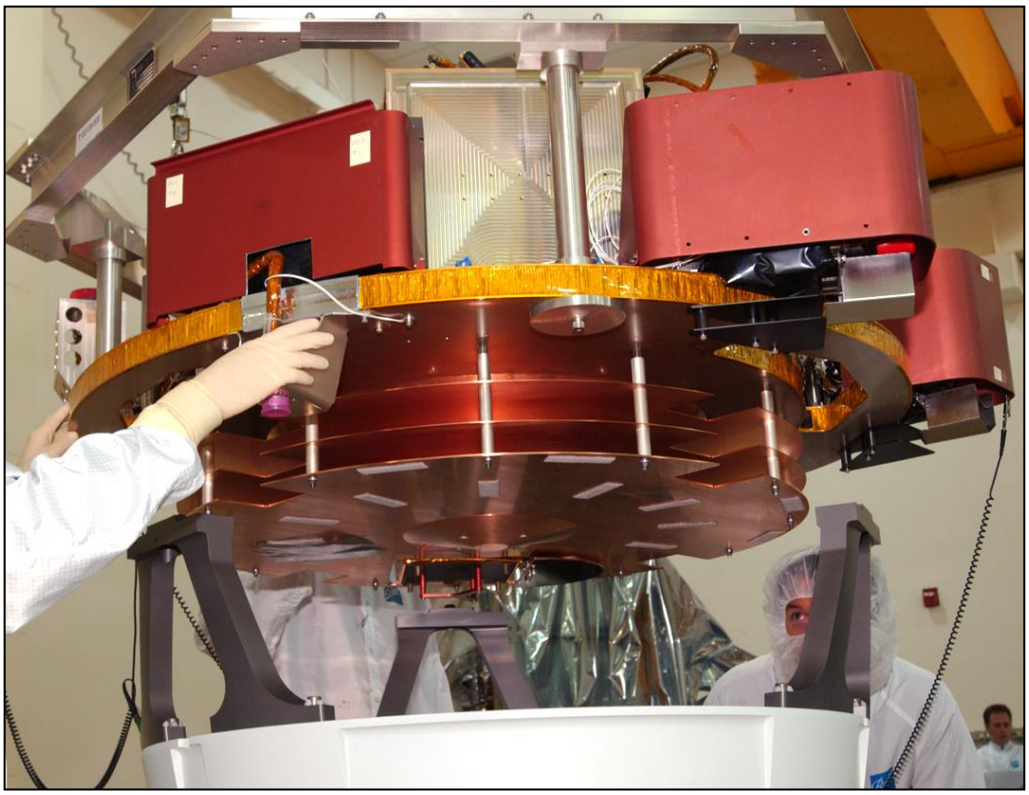


Las comunicaciones eran a través de la banda X (8000 MHz) por medio de una antena parabólica de 1 m de diámetro montada sobre un eje cardán y una antena de baja ganancia, la comunicación entre el impactador y la nave era en banda S, la tasa de subida de datos era de 125 b/s, la descarga de 175 Kb/s, la energía eléctrica era obtenida por un panel solar de 7,2 m^2 y se almacenaba en una batería de NiH^2, el sistema de orientación se componía de cuatro giroscopios de resonancia hemisférica, dos rastreadores de estrellas, las ruedas de reacción, y propulsores de hidracina, el control térmico se lograba mediante mantas aislantes, radiadores de superficie y calentadores, llevaba 2 computadoras RAD-750 redundante con 309 Mb de memoria para los datos científicos y de la nave.

La sección Impactador contenía un instrumento que era ópticamente idéntico al MRI, llamado Sensor de Focalización del Impactador (ITS) sin rueda de filtros, su doble propósito era detectar la trayectoria del Impactador (que luego podría ajustarse hasta cuatro veces entre la liberación y el impacto) y obtener imágenes del cometa a corta distancia, a medida que el Impactador se acercaba a la superficie, esta cámara tomaba imágenes de alta resolución del núcleo (0,2 m por píxel) que se transmitían en tiempo real a la nave espacial de sobrevuelo (la imagen final tomada por el Impactador se tomó solo 3,7 seg antes del impacto.

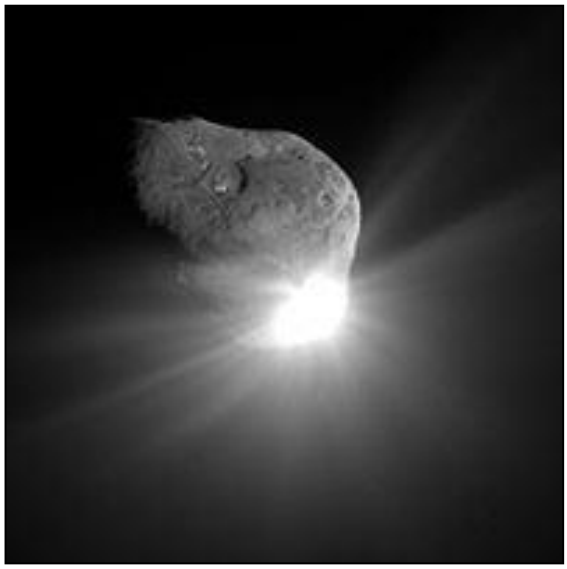
La carga útil del Impactador, denominada Masa de Cráter, era de Cobre, con un peso de 100 Kg, el Cobre formaba el 49% de la masa total del Impactador (con Aluminio en el 24% de la masa total) esto fue para minimizar la interferencia con las mediciones científicas (dado que no se esperaba que se encontrara Cobre en un cometa, los científicos podrían ignorar la firma del Cobre en cualquier lectura del espectrómetro y en lugar de usar explosivos, sería más barato usar Cobre como carga útil, en su velocidad final (36700 Km/h), la energía cinética del Impactador fue equivalente a 4,8 tn de TNT.

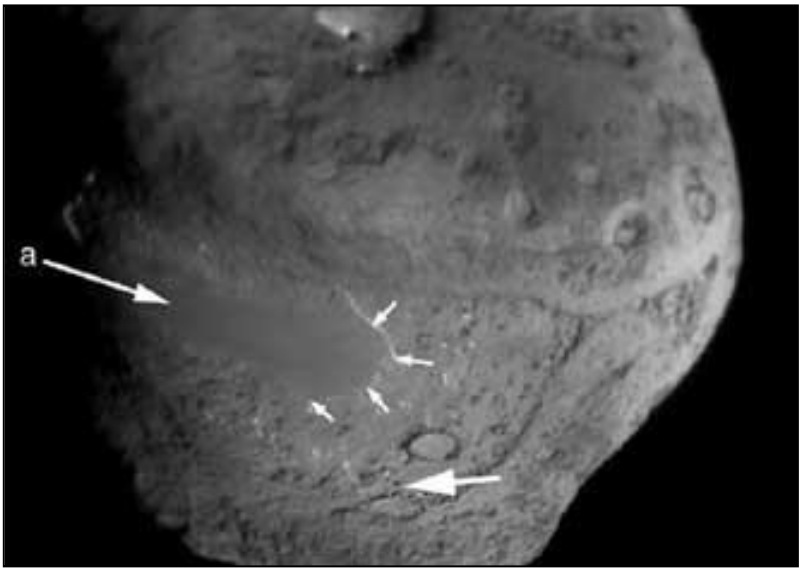


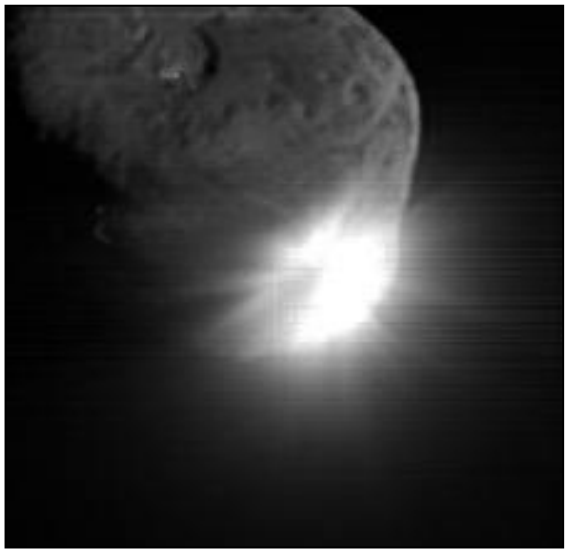


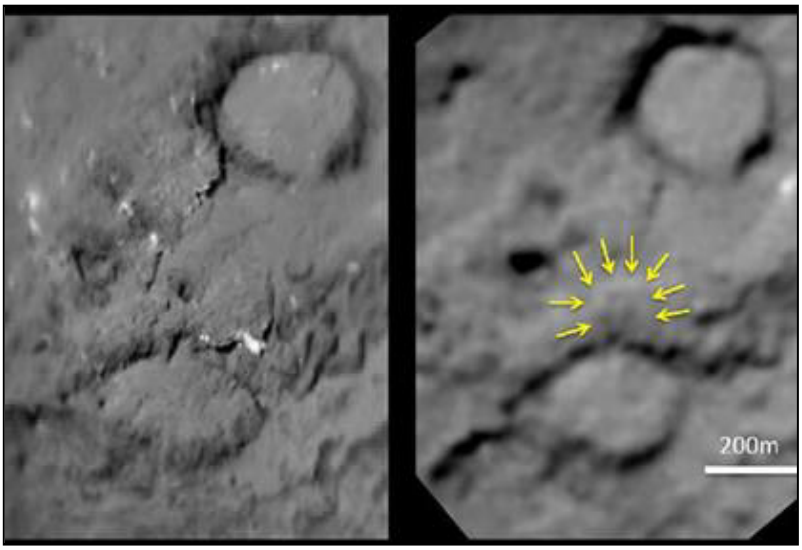
El choque del impactador con el núcleo del cometa se produjo el 04-07-2005 y eyectó gran cantidad de material, lo que permitió fotografiar el cráter (aunque la brillante nube de polvo y vapor de agua generada por la explosión dificultó en extremo la tarea) se pudo observar que el cometa poseía mucho más polvo (de consistencia fina similar al talco) y tenía menos hielo que lo que se pensaba, la fase de impacto comenzó 5 días antes, con la separación del impactador de la sonda principal, se obtuvieron fotografías con la sonda de impacto hasta 3 seg antes de la colisión, la energía del impacto originó un aumento de 6 veces el brillo normal del cometa, el proceso de expulsión de material prosiguió durante 13 días, su pico máximo fue 5 días después de la colisión.

Los científicos de la misión declararon que la nube de polvo les impidió ver el nuevo cráter, las fotografías posteriormente mostraron que tenía un ancho de 100 m por 30 m de profundidad, estudios de espectrografía del impacto registraron la presencia de arcilla, Sodio, carbonatos y silicatos cristalinos, se estimó que el cometa estaba vacío en un 75%, la densidad del núcleo se calculó en base a la velocidad de expansión del material eyectado y debido a la poca presencia de hielo se determinó que el cometa era de las zonas exteriores del cinturón de Kuiper, como la calidad de las imágenes obtenidas del cráter de impacto no fue satisfactoria, en 2007 la NASA decide reutilizar la sonda Stardust (luego de su misión al cometa Wild y redenominada NExT), para observar mejor el cráter, lo que se cumplió en febrero de 2011.



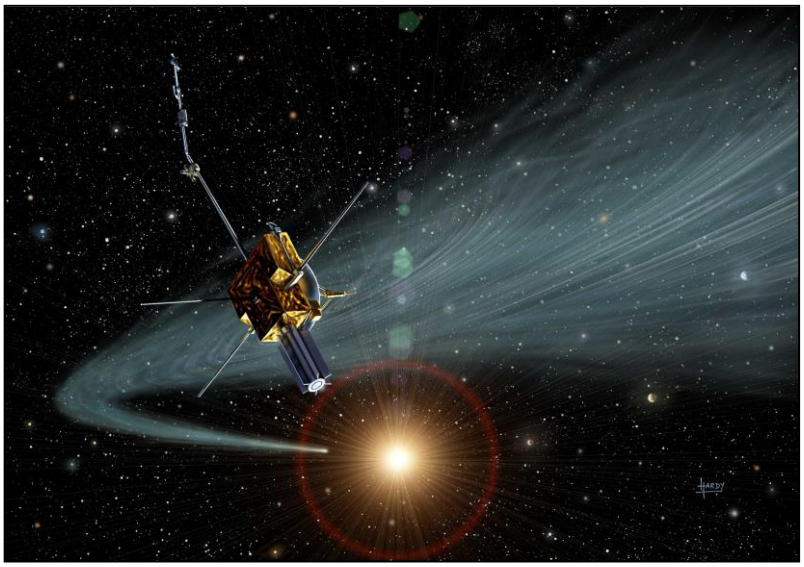


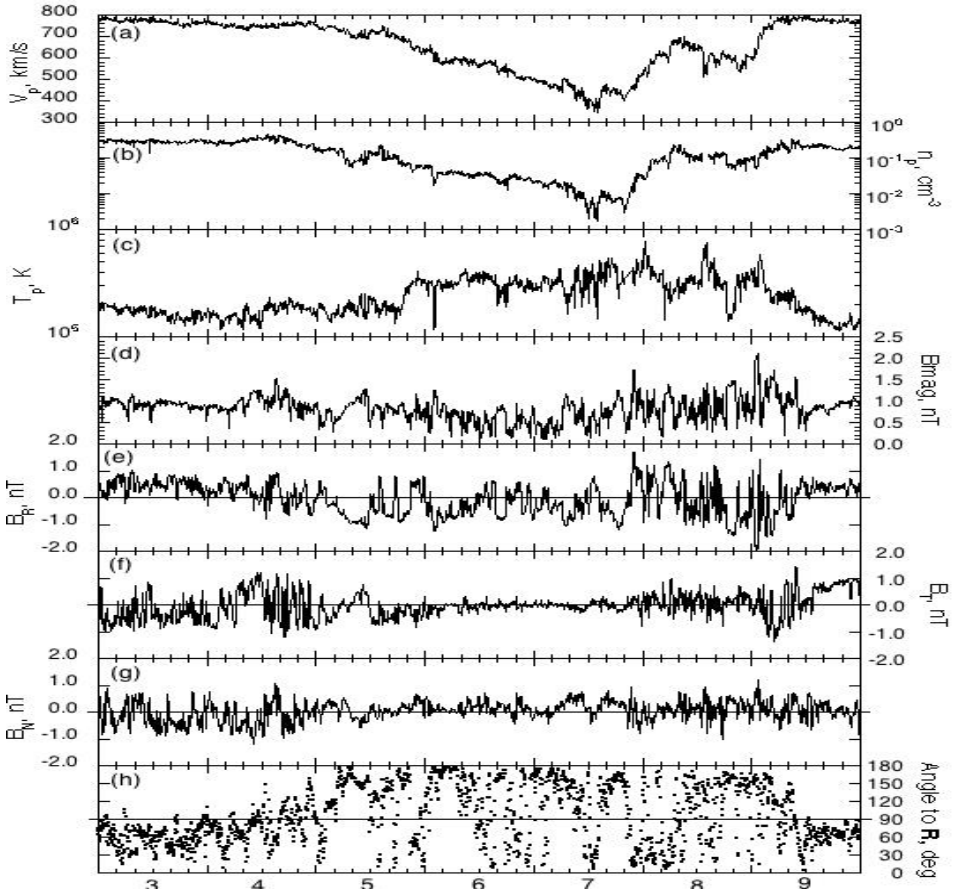




Ulysses C/2006 - P1 Mc Naught

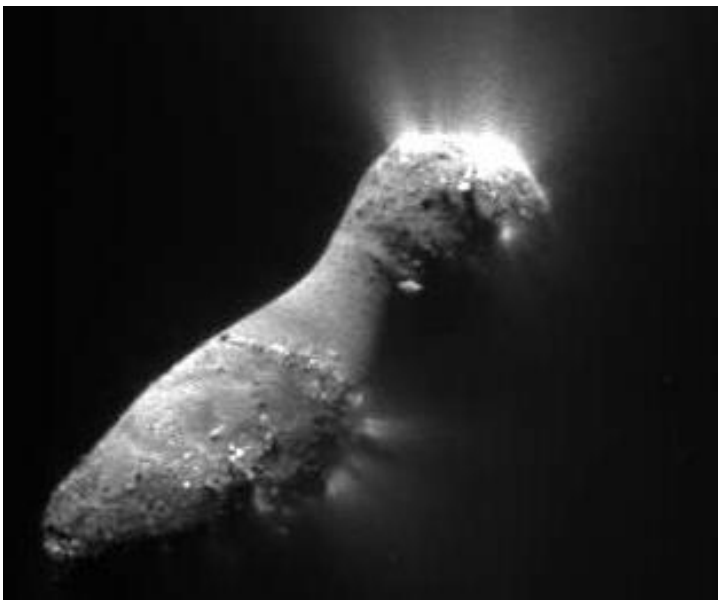
La sonda Ulysses fue una misión conjunta de la NASA y la Agencia Espacial Europea (ESA) destinada a la investigación solar, atravesó (sin estar programada para ello) las colas de los cometas C/1996 B2 Hyakutake; C/1999 T1 Mc Naught-Hartley; C/2000 S5 y C/2006 P1 Mc Naught, este último paso fue importante (03-02-2007) ya que se pudo analizar como el viento solar reducía su velocidad a la mitad al atravesar la cola del cometa y como el viento solar contribuye a la perdida de masa del propio cometa.

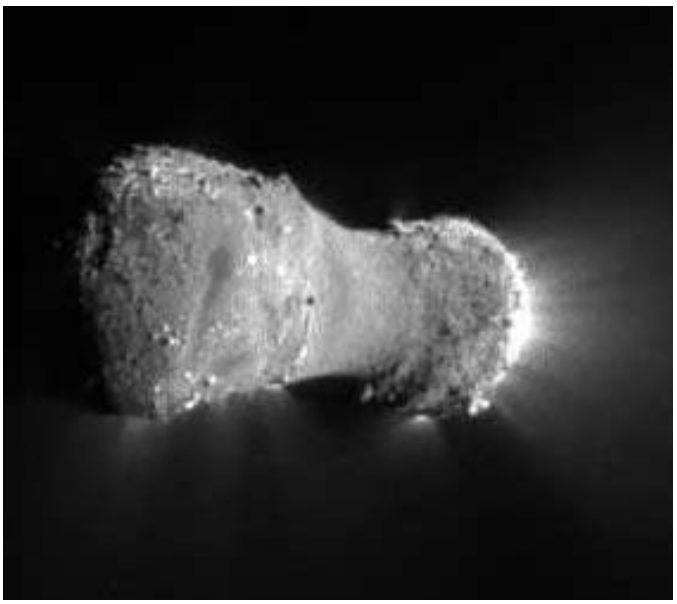




EPOXI - 103P/Hartley-2

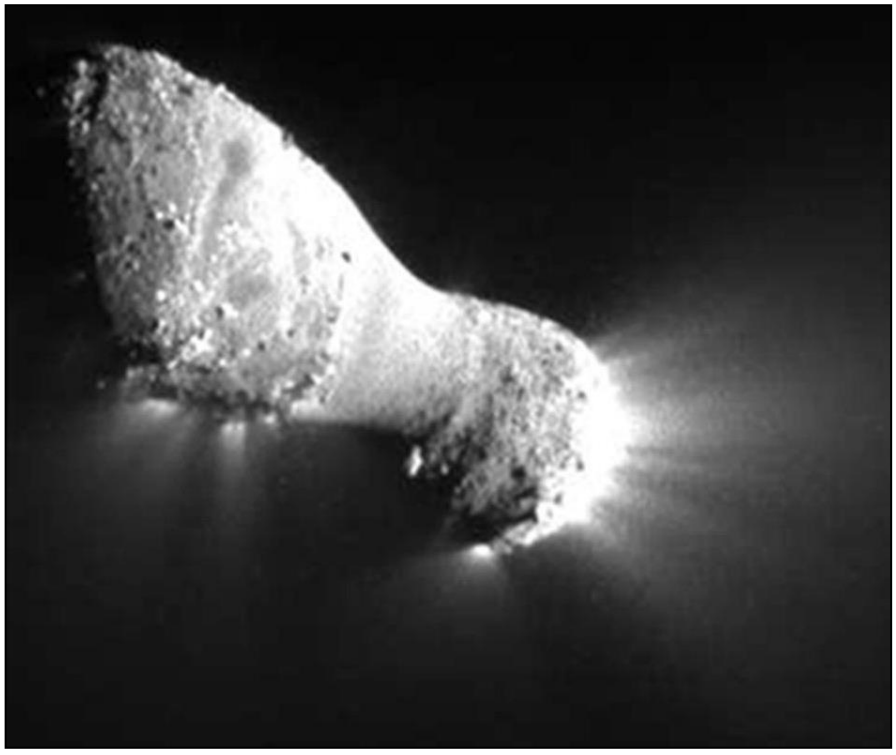
Aprovechando el combustible remanente en la sonda Deep Impact, la NASA reutiliza la misma nave en la misión EPOXI (**E**xtrasolar **P**lanet **O**bservation and Deep Impact E**X**tended **I**nvestigation) que incluía la visita a un segundo cometa y la observación de planetas extrasolares; el primer objetivo era el cometa 85P/Boethin en 2008, debido a que es en extremo débil, las pocas observaciones registradas y la consiguiente incerteza sobre la órbita se debió reprogramar la misión para sobrevolar al cometa 103P/Hartley-2; entre del 5 al 25-11-2010 se le realizaron observaciones, pero el encuentro más cercano se produjo el 4-11-2010 a 694 Km del núcleo, siendo el cometa más pequeño al que se acercó una sonda espacial.





La misión EPOXI mostró que el material eyectado era principalmente dióxido de Carbono, se detectó por primera vez una tempestad de nieve cometaria, se pudo observar una extraordinaria actividad de chorros de gas (dióxido de Carbono) y luego el espacio alrededor del núcleo del cometa presentaba un resplandor producido por innumerables trozos de hielo y nieve (algunos más grandes que una pelota de básquet) estas bolas de nieve hubieran representado un peligro para la sonda espacial si no fuera porque les es imposible alejarse demasiado del núcleo siendo sublimadas por el calor del Sol, en el momento de mayor acercamiento algunas partículas de pocos microns de tamaño impactaron en la sonda.

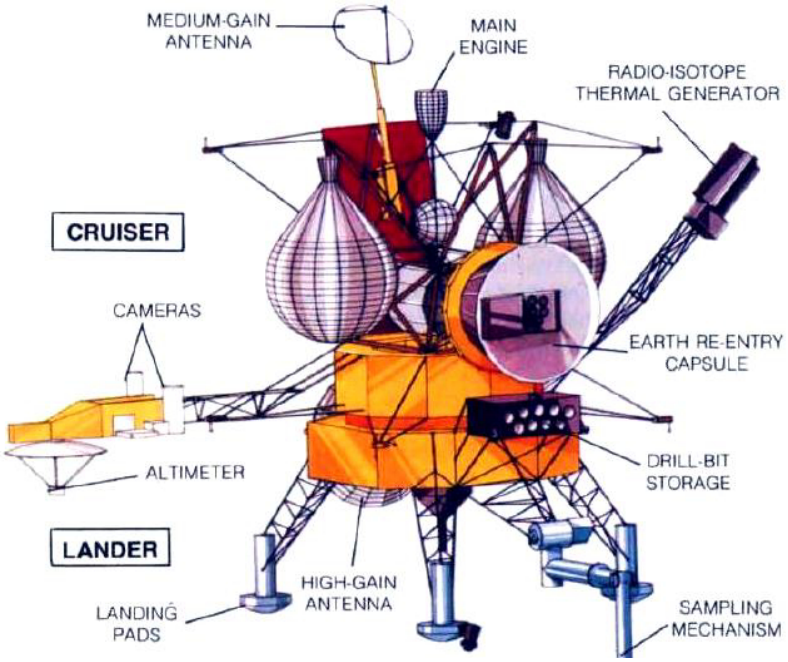
Se descubrió que su núcleo (con forma de maní) parecía estar formado por dos cuerpos esferoidales unidos por un puente de materia inactiva a consecuencia de una colisión a baja velocidad entre dos planetesimales (conforme los planteamientos teóricos elaborados a partir de la misión Deep Impact) presentaba además dos ejes (uno principal y otro secundario) de rotación, EPOXI también demostró que la relación entre H^2O y CO^2 en los núcleos cometarios es distinta a la que se suponía, ya que existiría una proporción más grande de CO^2 respecto a la estimada espectográficamente desde la Tierra y en anteriores misiones espaciales.



.

Rosetta 67P/ Churyumov-Gerasimenko (2004)

El origen de Rosetta se remonta a 1986, cuando la llamada Armada Halley cambió la historia de la ciencia cometaria con la primera misión cometaria al cometa 1P/Halley, durante los preparativos de lanzamiento de la sonda Giotto, la primera misión europea al espacio profundo, se comenzaron las reuniones para una misión aún más ambiciosa, la fecha de nacimiento de la sonda Rosetta fue el 23-05-1985, cuando se hacen estudios sobre una misión conjunta europeo-norteamericana cuyo objetivo principal sería la de traer a la Tierra una muestra de núcleo cometario de al menos 10 Kg, la primer reunión conjunta de ambas agencias espaciales fue el 28-01-1986 y el desastre del STS Challenger cambia el panorama de las misiones espaciales norteamericanas, la NASA fue restringiendo cada vez más su intervención y para 1989 ya estaba claro que la participación de Estados Unidos se limitaría a una colaboración menor.



El argumento era que habría un salto de calidad cuando se pudiera estudiar en la Tierra muestras cometarias, (similar al que supuso para los estudios lunares las muestras de rocas y superficie que trajeron las misiones Apollo y Lunakhod) se sostenía que sólo los cometas poseen las propiedades propias del Sistema Solar en formación, ya que aún las condritas meteoríticas más primitivas han sufrido procesos de transformación planetaria, el material cometario consiste en elementos volátiles y elementos refractarios y sus propiedades físicas varían de acuerdo a la zona de la superficie en que se encuentren y la profundidad en el núcleo. En 1989, Rosetta se proponía extraer 3 tipos de muestras:

1 - Una muestra del núcleo de 10 Kg, obtenida a una profundidad no menor a 1 m (preferente de 3).

2 - Una muestra de material volátil (de 100 grs).

3 - Una muestra de material no volátil, recogida en la superficie del núcleo, de entre 1 y 5 Kg, para estudiar los componentes refractarios orgánicos e inorgánicos.

Las contribuciones que se esperaban del análisis de las 3 muestras en Tierra excedían la ciencia cometaria para abarcar: nucleosíntesis estelar, condiciones y procesos de las nubes interestelares, condensación de la nebulosa solar primordial, composición de los planetesimales y formación de los planetas, evolución de la química pre-biótica.

Los posibles destinos de la misión se eligieron con los siguientes criterios: una órbita de baja inclinación respecto a la eclíptica, un perihelio a menos de 1,5 U.A. (unidades astronómicas) y un afelio de no más de 6 U.A., el encuentro se programaba cerca del afelio, por razones de seguridad para la sonda, siendo cuatro los posibles objetivos:

1 - Cometa Churyumov-Gerasimenko, lanzamiento en enero de 2001

2 - Cometa Dutoit-Hartley, lanzamiento en marzo de 2001.

3 - Cometa Wirtanen, lanzamiento fuera en mayo de 2001.

4 - Cometa Hartley-2, lanzamiento en diciembre de 2002.

En 1989 la misión Rosetta era apenas el diseño de una misión conjunta, en la que NASA se encargaría de la sonda (una Mariner Mark II, la misma usada para la fallida misión norteamericana CRAF) y la ESA del módulo de aterrizaje y de la cápsula que traería las muestras cometarias de vuelta a la Tierra, la obtención de muestras se realizaría con un brazo robótico del que saldrían herramientas diferenciadas para recolectar muestras de la superficie y del núcleo, la duración estimada para estas operaciones en la superficie era de 10 días (para el caso de que el aterrizaje no fuera posible, o no se realizara con la suficiente firmeza de anclaje, se había planeado un mecanismo de recolección de muestras desde la sonda en órbita) una vez cargadas las muestras, el diseño original de la misión requería que la sonda y la cápsula se separaran del módulo de aterrizaje (que quedaría en el cometa y continuaría con los estudios) a una velocidad de escape moderada para iniciar un viaje de 3 años dirigido desde Tierra, a 100000 Km de la Tierra (2 hrs antes de la reentrada) la sonda se separaría de la cápsula con las muestras, que sería la que reingresaría la atmósfera y finalmente aterrizaría.

Los ambiciosos planes tuvieron que ser reexaminados cuando la NASA no sólo se retiró del proyecto sino que canceló la misión CRAF, por lo que la ESA también tendría que desarrollar una sonda que reemplazara a la Mariner Mark II, la ESA tuvo que sacrificar la idea de traer a la Tierra muestras cometarias, que había sido definida como el objetivo central de la misión, y además diseñar y construir la misión completa, incluyendo la sonda.

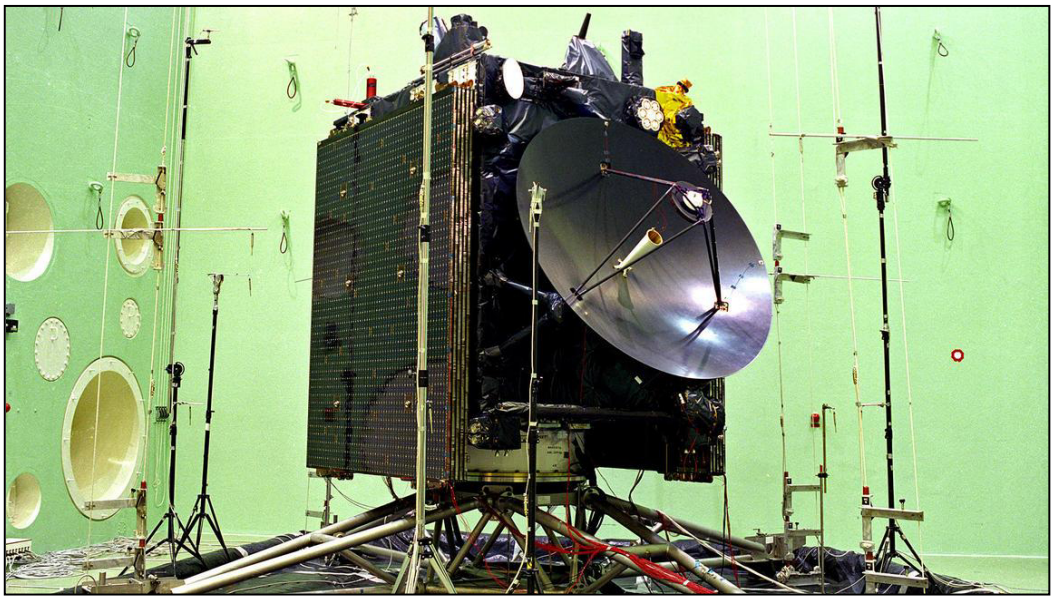
El lanzamiento de Rosetta al cometa 46P/Wirtanen, el objetivo final de la misión, estaba previsto para enero de 2003, pero surgió un inconveniente dos semanas antes de la fecha de lanzamiento, el cohete designado para llevar la nave al espacio era una nueva versión del Ariane-5, pero esa nueva versión había probada a fines de diciembre de 2002 y resultó ser un fracaso, la única posibilidad de lanzar a Rosetta en la fecha indicada era hacerlo desde Rusia a bordo de un cohete Proton, pero la ESA no quiso correr el riesgo de volver a transportar por medio mundo las toneladas de combustible altamente corrosivo.

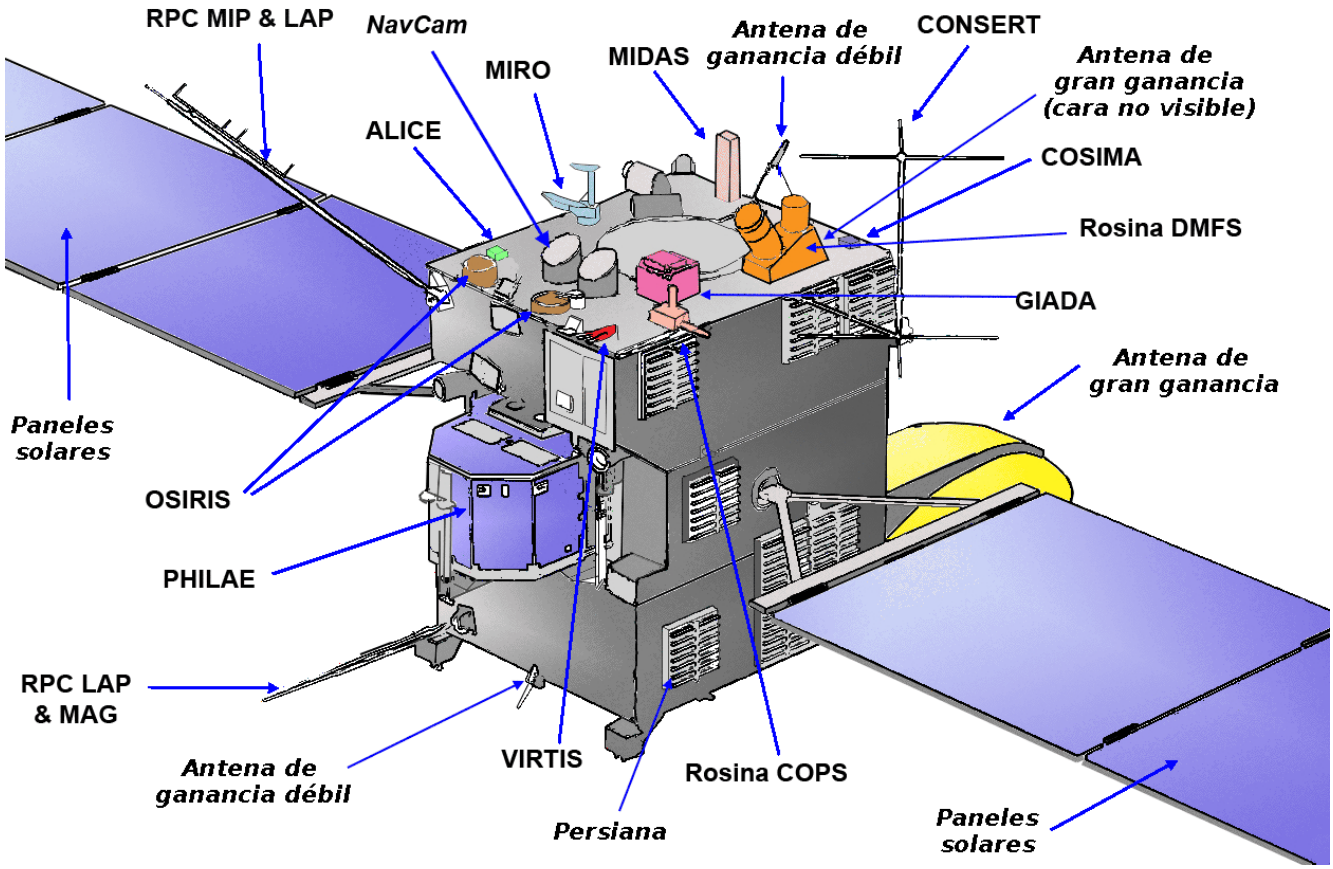
Se decidió postergar la misión hasta solucionar los problemas del Ariane-5 y de esa manera el cometa 46P/Wirtanen perdió el privilegio de ser el primer cometa en ser orbitado por la sonda y se suplantó por el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko para el lanzamiento Tras suspenderse por problemas técnicos en dos ocasiones el 2-03-2004 a bordo de un cohete Ariane-5 desde la Base de Kourou, Guayana Francesa.

La necesidad de ahorro de combustible obligó a planificar una compleja trayectoria de vuelo que incluyó tres sobrevuelos a la Tierra y uno a Marte para obtener sendas asistencia gravitatorias en cuatro vueltas al Sol cerca de la órbita terrestre, lo que le permitió ir ganando velocidad en cada una de ellos y así poder alcanzar la alejada órbita del cometa de destino.

El nombre de la sonda estaba inspirado en la piedra de Rosetta, y nombres egipcios en general, ya que, también, el nombre del módulo de aterrizaje, Philae, estaba inspirado en la antigua ciudad egipcia del mismo nombre (en la actualidad sumergida), donde existió un obelisco imprescindible y complementario en el descifrado del texto de la piedra Rosetta

La masa total de la sonda (al momento del lanzamiento) era de aproximadamente 3 tn, de los cuales 1670 Kg era el propelente de lo cohetes, el aterrizador Philae tenía un peso de 100 Kg y los instrumentos científicos del orbitador 165 Kg, el 30-09-2016 concluía su misión con un impacto controlado en la superficie del cometa.





Orbitador Instrumentos científicos

ALICE Instrumento para analizar los gases de la coma y la cola, medía la cantidad de H_2O, monóxido de Carbono y dióxido de Carbono.

CONCERT (**CO**met **N**ucleus **S**ounding **E**xperiment by **R**adiowave **T**ransmission) Analizó la estructura interior del núcleo del cometa por medio del examen de la reflexión y difracción de ondas de radio al atravesarlo (parte de este instrumento se aloja también en el aterrizador Philae).

COSIMA (**CO**metary, **S**econdary **I**on **M**ass **A**nalyser) Instrumento para analizar el polvo expulsado, y determinar si son compuestos orgánicos o inorgánicos, con un espectrómetro de masa.

GIADA (**G**rain **I**mpact **A**nalyser and **D**ust **A**ccumulator) Midió el momento, velocidades y masas de los granos de polvo provenientes tanto del núcleo como de otras partes del espacio.

MIDAS (**M**icro-**I**maging **D**ust **A**nalysis **S**ystem) Examinó los granos de polvo determinando cantidad, tamaño, volumen y forma, con la ayuda de un microscopio.

MIRO (**M**icrowave **I**nstrument for the **R**osetta **O**rbiter) Analizó el vapor a través de las marcas de microondas, determinó la cantidad de los principales gases, la tasa de desgasificación del núcleo y la temperatura por debajo de la superficie.

OSIRIS (**O**ptical, **S**pectroscopic, and **IR** **R**emote **I**maging **S**ystem) Permitió cartografiar la superficie en gran detalle a través de cámaras de alta resolución.

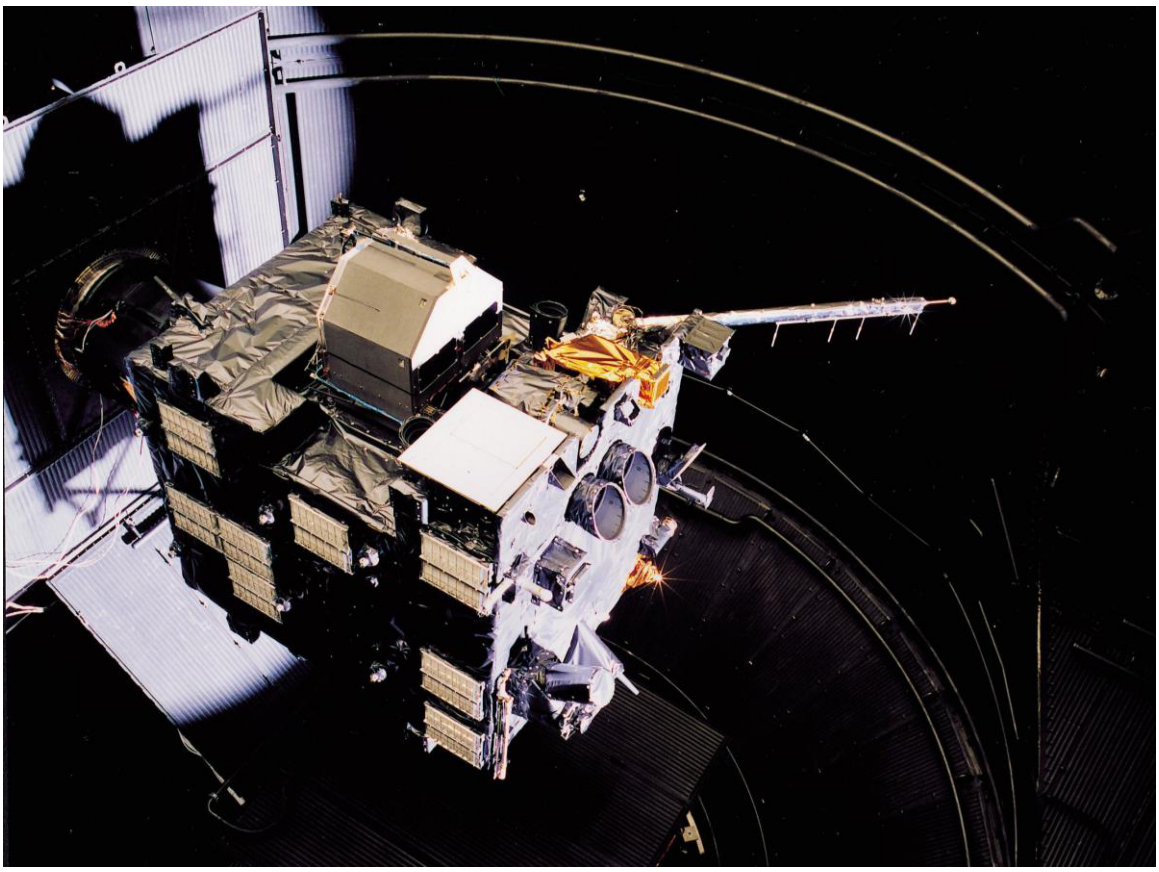
ROSINA (**R**osetta **O**rbiter **S**pectrometer for **I**on and **N**eutral **A**nalysis) Por medio de dos espectrómetros se determinó la composición de la atmósfera e ionósfera del cometa y la velocidad de las partículas cargadas.

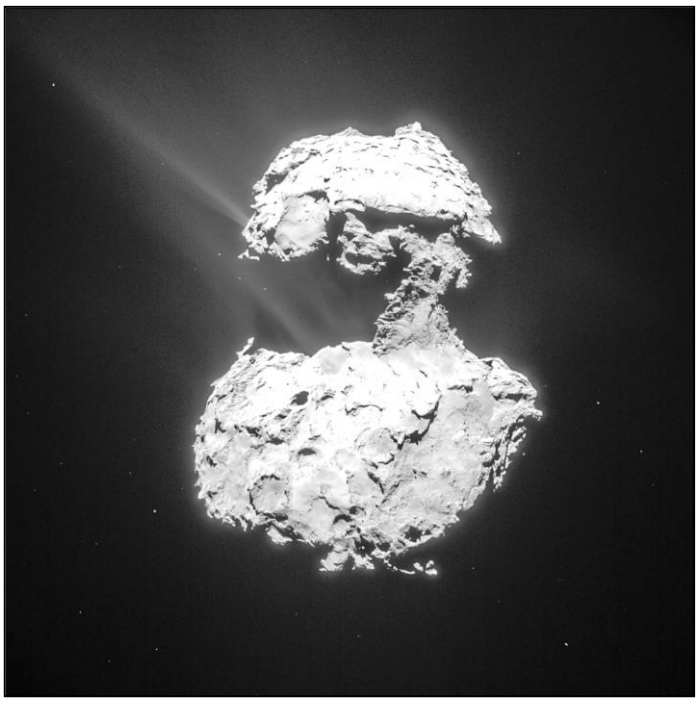
RPC (**R**osetta **P**lasma **C**onsortium) Analizó las propiedades físicas del núcleo y la estructura de la coma por medio de cinco sensores, también analizó la interacción con el viento solar.

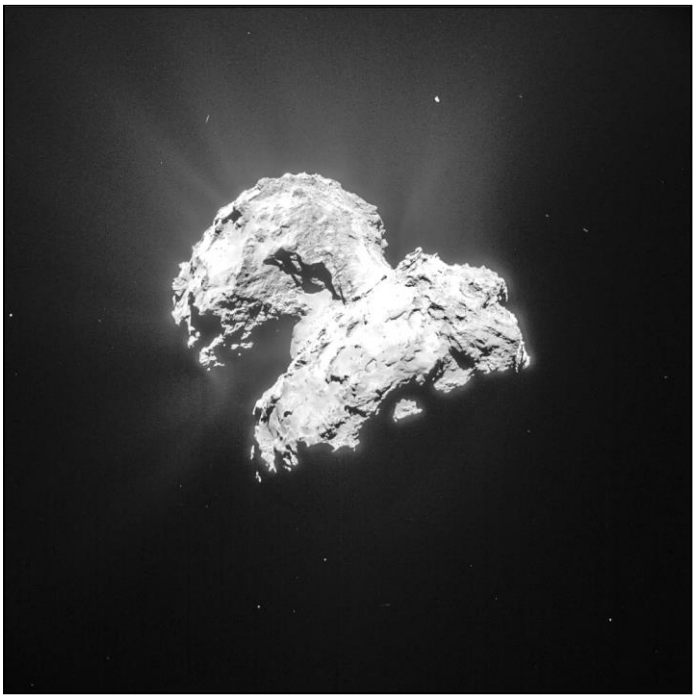
RSI (**R**adio **S**cience **I**nvestigation) Usando las frecuencias de radio normales de transmisión de la sonda, midió la masa y la gravedad del núcleo y también dedujo la densidad y estructura interna del núcleo.

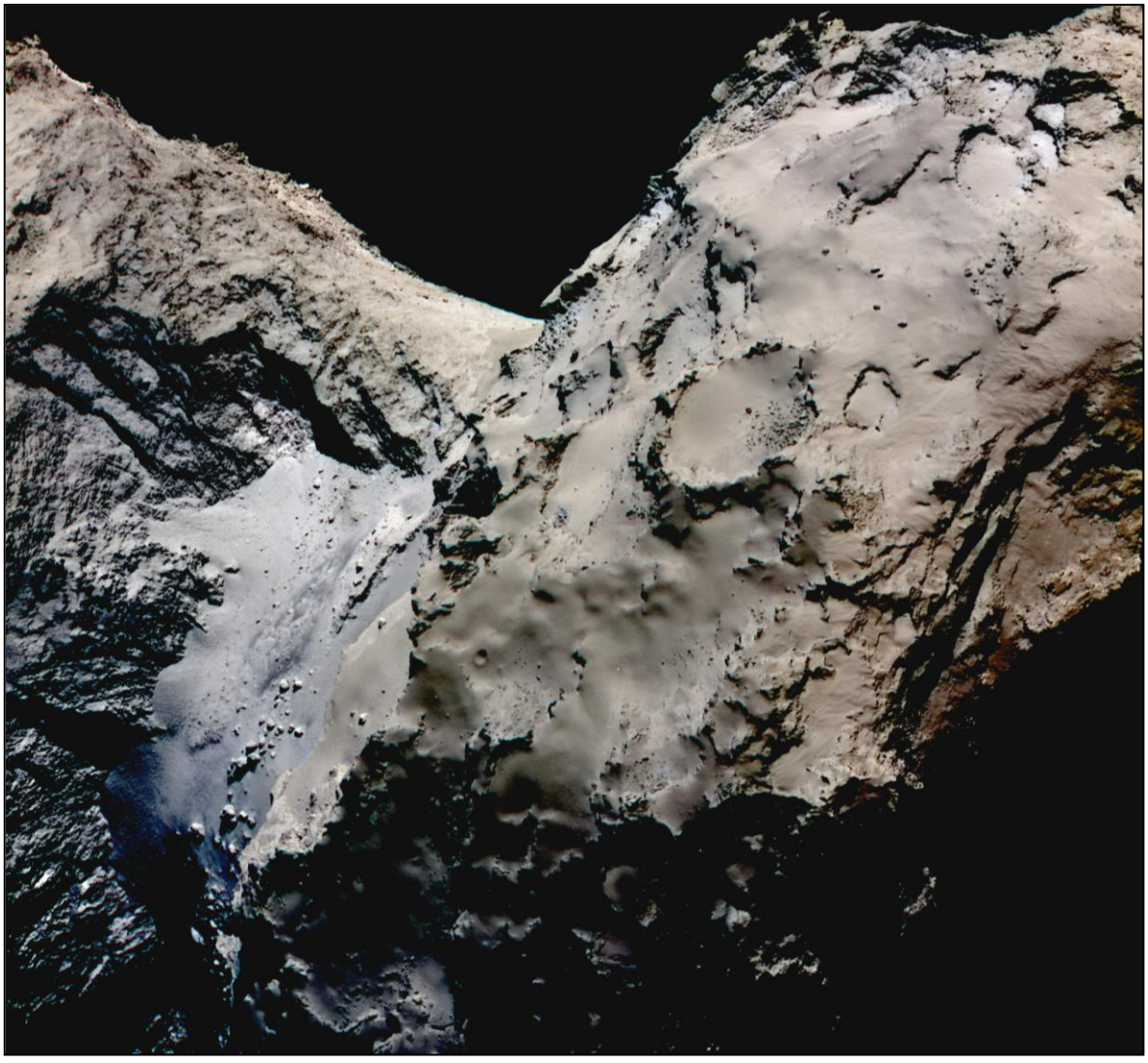
VIRTIS (**V**isible and **IR** **T**hermal **I**maging **S**pectrometer) Espectrómetro que estudiaba la temperatura de toda la superficie, como también las características y condiciones físicas de la coma, se usaron estos datos para determinar el lugar del aterrizaje de Philae.

esa



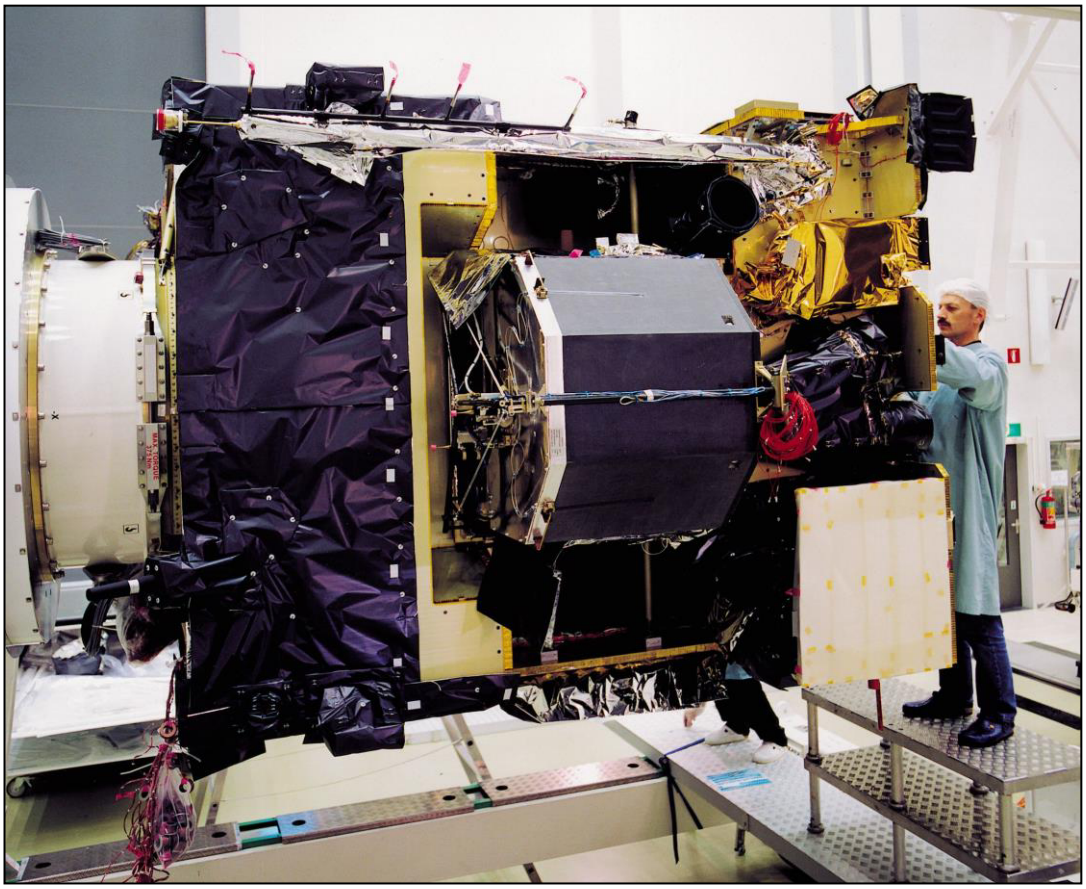


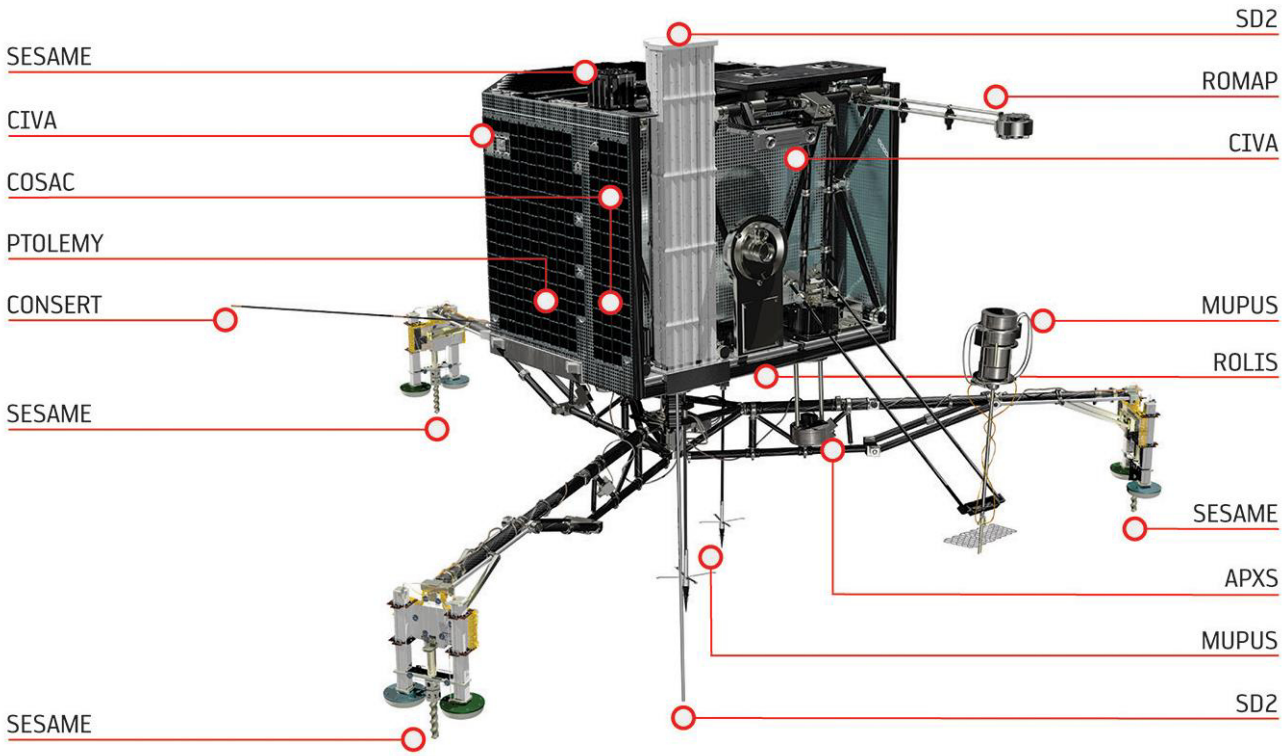




Aterrizador Philae

Diseñado por la ESA, en colaboración internacional liderada por Alemania, Francia e Italia, tenía un peso total de 100 Kg, de los cuales los instrumentos científicos tienen un total de 27 Kg, llevaba una pequeña estación de radio para el experimento CONSERT con el orbitador.





Aterrizador Philae instrumentos científicos

APXS (**A**lpha **P**article **X**-Ray **S**pectrometer) Espectrómetro de rayos-X y Rayos-α, permitieron obtener información de la composición elemental de la superficie del cometa.

CIVA (**C**omet **I**nfrared & **V**isible **A**nalyser) Cámaras (6) que aportarían imágenes panorámicas de la superficie.

CONCERT Instrumento para analizar la estructura interior del núcleo del cometa por medio del examen de la reflexión y difracción de ondas de radio que lo atravesarían (parte de este instrumento se alojaba también en el orbitador).

COSAC (**CO**metary **SA**mpling and **C**omposition Experiment) Analizador de gas, detectaba e identificaba moléculas orgánicas complejas, además de analizar su composición molecular.

PTOLEMY Analizador de gas, medía con precisión la cantidad de isótopos presentes de las partículas ligeras.

MUPUS (**MU**lti **PU**rpose **S**ensors for Surface and Subsurface Science) Múltiples sensores en los arpones de sujeción para medir la densidad y las propiedades térmicas y mecánicas de la superficie, adicionalmente constaba de un martillo eléctrico para clavar los arpones a pequeños golpes.

ROLIS (**RO**setta **L**ander **I**maging **S**ystem) Cámara de alta resolución para imágenes del descenso y una vez en la superficie, obtener panorámicas estereoscópicas.

ROMAP (**RO**setta Lander **Ma**gnetometer and **P**lasma Monitor) Magnetómetro y monitoreo de plasma para el estudio del magnetismo local y el generado por la interacción con el viento solar.

SD2 (**S**ample **D**rill & **D**istribution) Taladro para la superficie hasta 20 cm, el material extraído lo enviaría a los instrumentos COSAC, CIVA y PTOLEMY para su análisis.

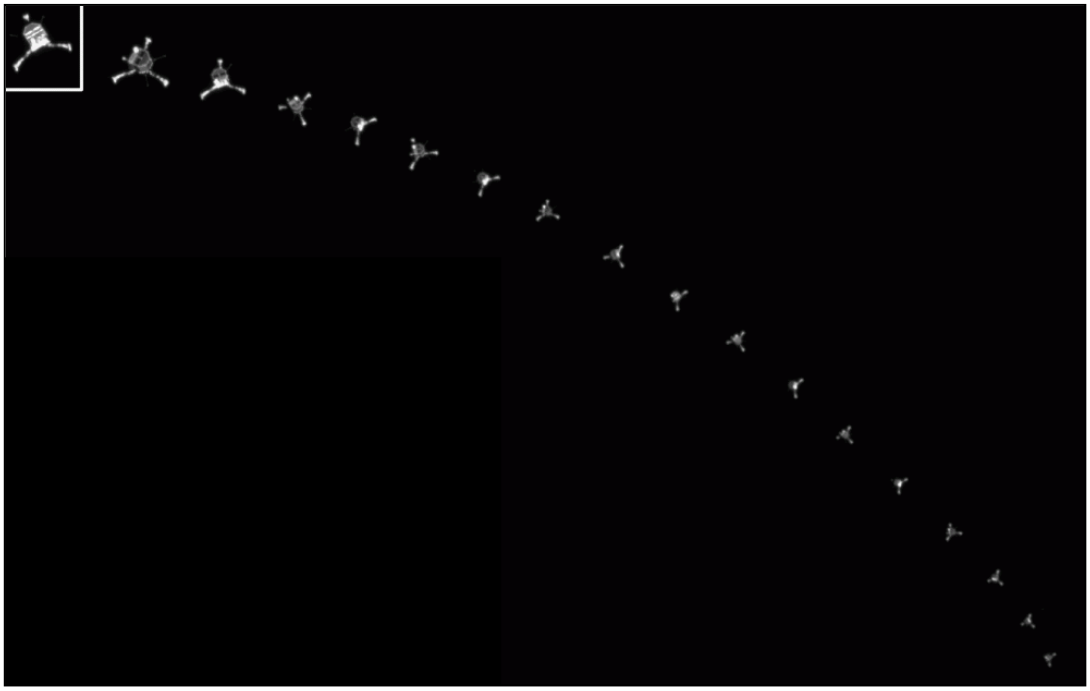
SESAME (**S**urface **E**lectrical, **S**eismic and **A**coustic **M**onitoring **E**xperiments) Constaba de tres instrumentos diferenciados para medir las capas superiores del cometa CASSE, PP y DIM.

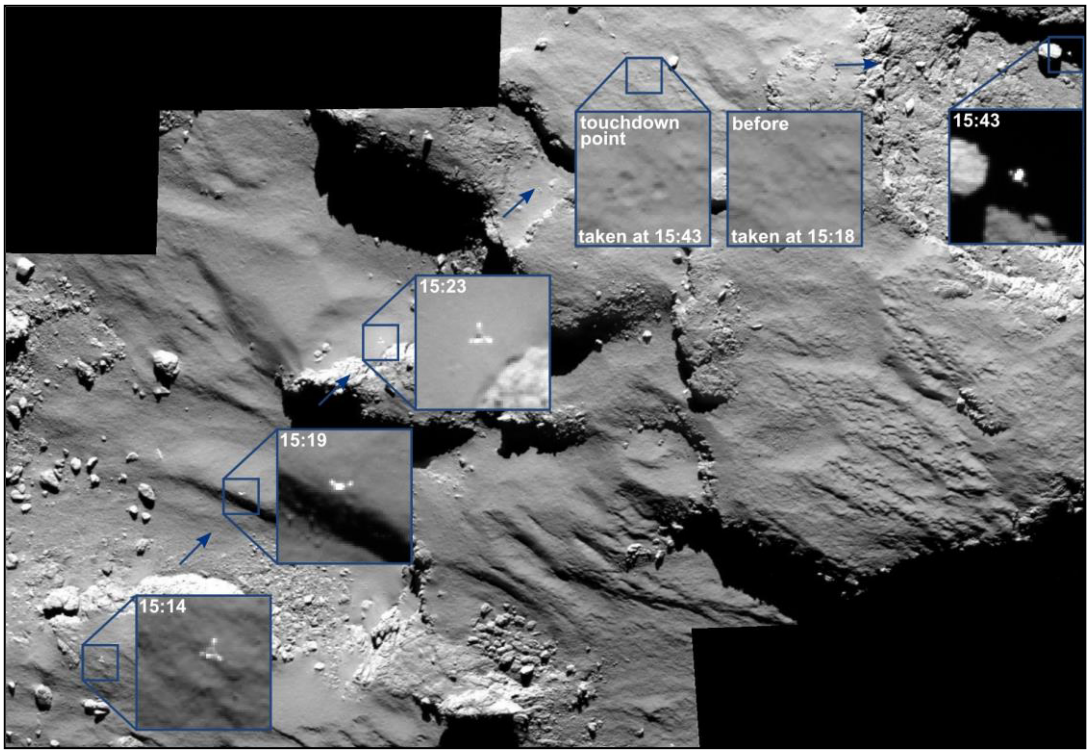
CASSE (**C**ometary **A**coustic **S**ounding **S**urface **E**xperiment) Instrumento para medir la manera en que el sonido se propaga por la superficie.

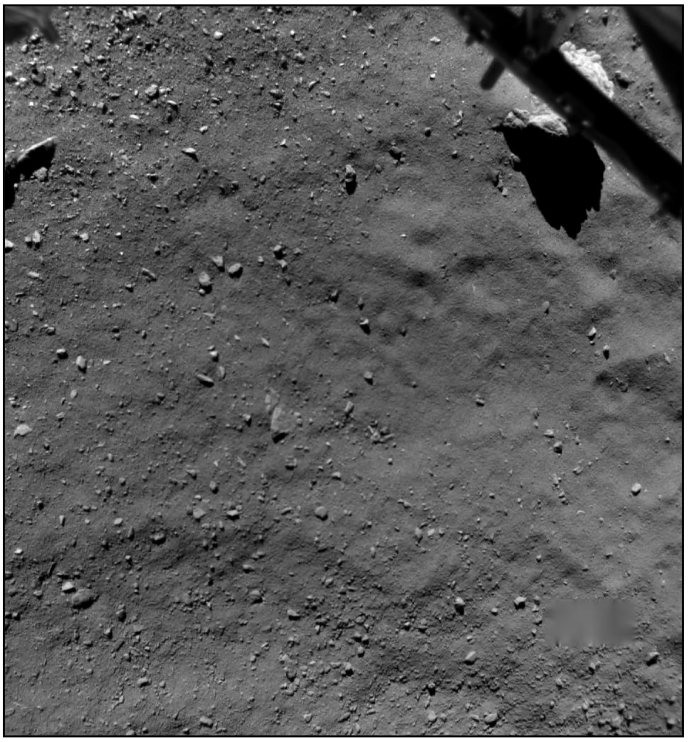
PP (**P**ermittivity **P**rove) Instrumento para medir las características eléctricas de la superficie.

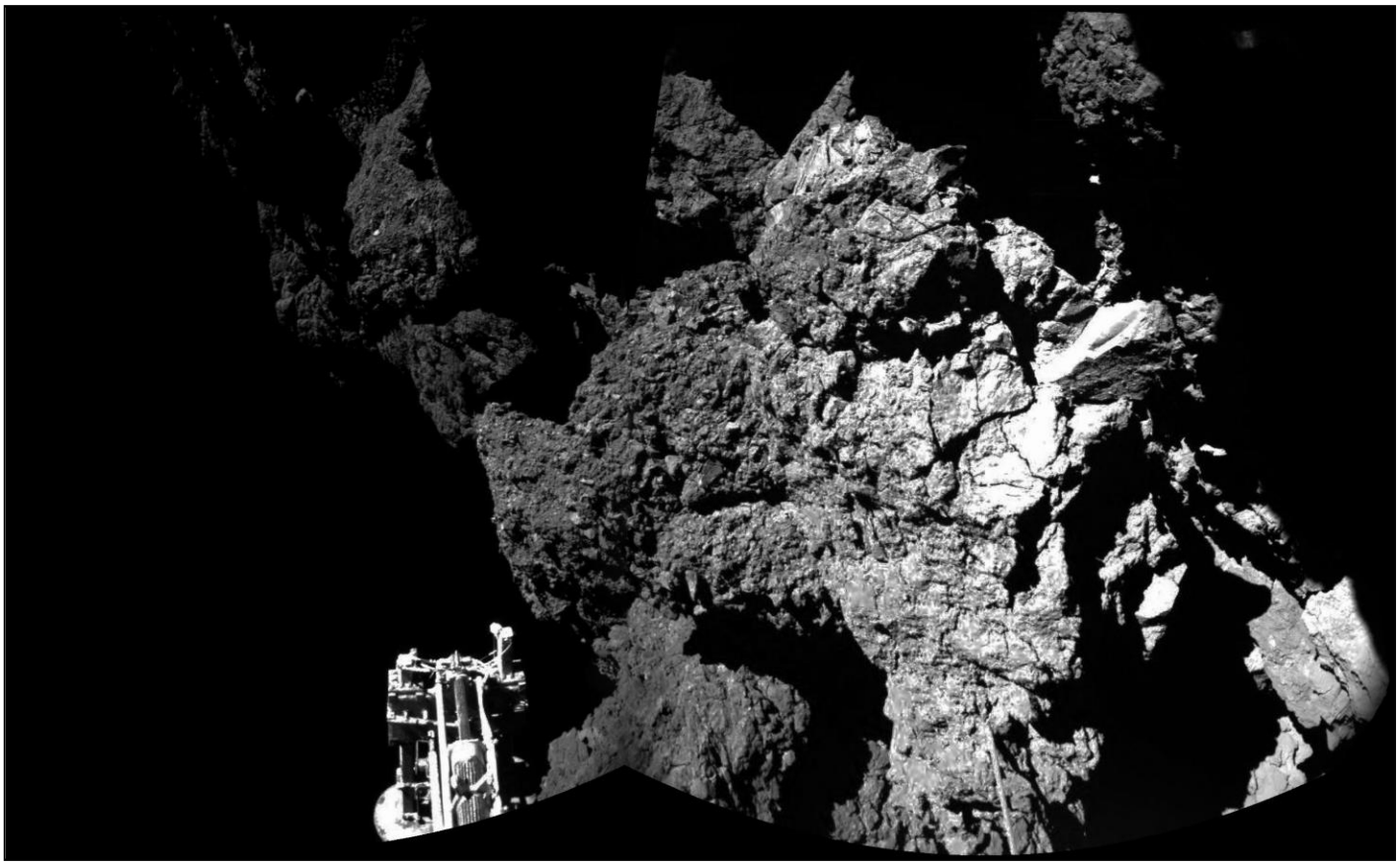
DIM (**D**ust **I**mpact **M**onitor) Instrumento para medir el movimiento del polvo y cantidad que cae a la superficie.

Gracias a las imágenes de alta resolución del orbitador, los operadores de la misión fueron capaces de enviar el módulo de aterrizaje a posarse en el núcleo del cometa, se verificó el mejor sitio para que el aterrizaje del módulo Philae mientras la sonda orbitaba, se desprendió, este procedimiento se realizó a una velocidad de 5 Km/h, permitiendo al módulo anclarse sobre el núcleo, aunque desgraciadamente la poca gravedad del núcleo hizo que el aterrizador hiciera dos rebotes (no pudiendo arponear la superficie) y enviándolo en otra dirección distinta a la que estaba prefijada) finalmente aterrizó en una zona donde no le daba la luz solar (imprescindible para la energía que necesitaban los instrumentos científicos que llevaba) pudiendo utilizar por unos minutos la energía de sus baterías tomó una única fotografía de 360° de su zona cercana, luego cortó la comunicación, dando por finalizada su misión, si bien duró poco tiempo fue un gran logro dentro de las misiones cometarias ya que fue la primera vez que se tomaba una fotografía desde la superficie de un cometa.







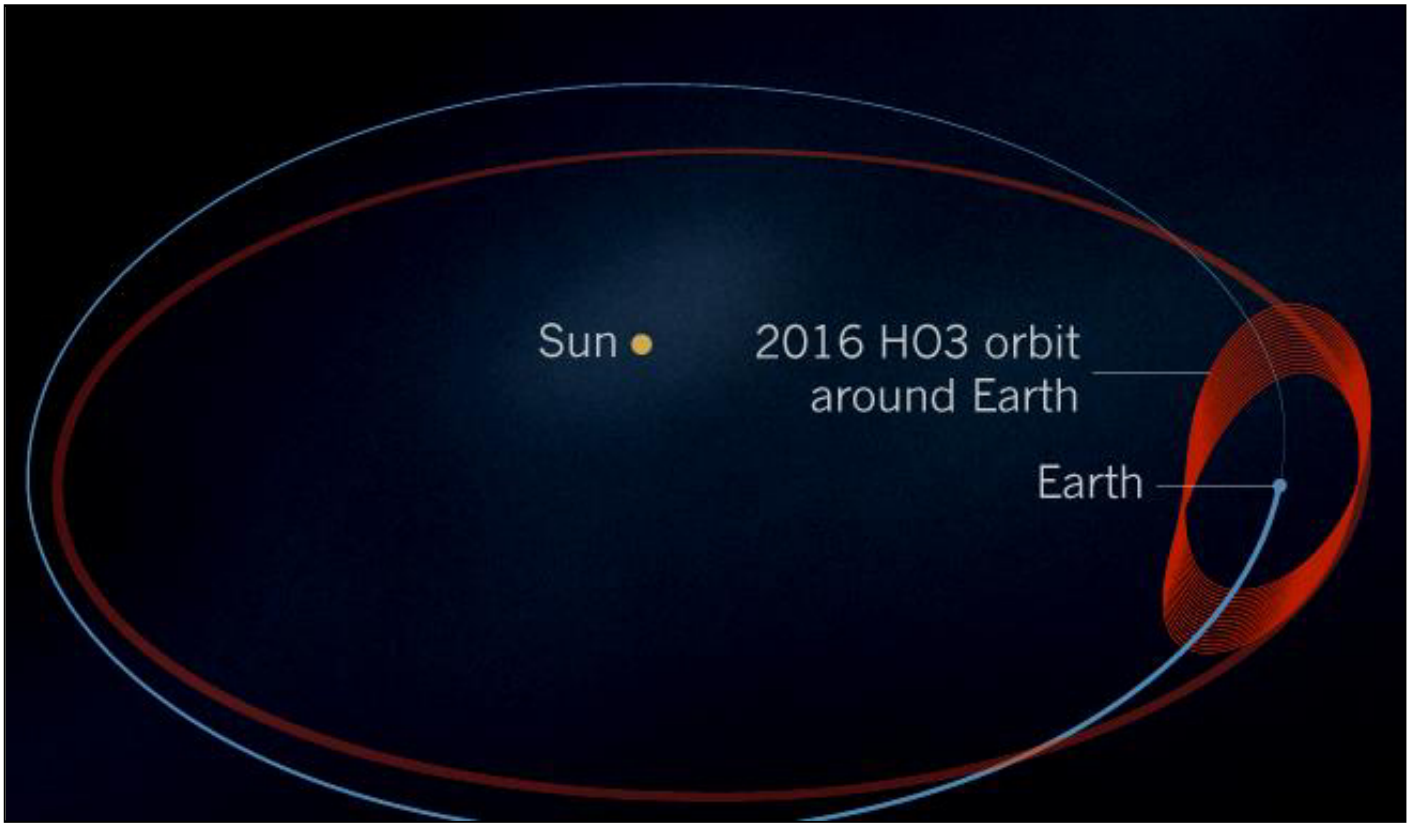


Futuro de las misiones cometarias

Zheng He - 133P/Elst-Pizarro

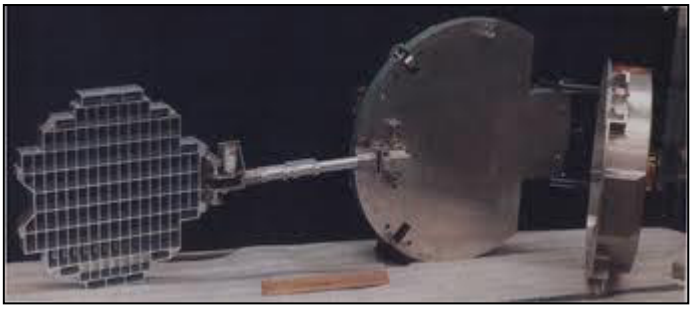
El plan actual de la Administración Nacional del Espacio de China (que todavía está en discusión) requiere una sonda para visitar y recolectar muestras de un pequeño asteroide cercano a la Tierra denominado 2016HO3 (también conocido como Kamo'oalewa), luego la sonda volará de regreso a la proximidad de la Tierra, lanzará una cápsula de retorno que traería las muestras (entre 10 grs y 1 Kg) la sonda continuaría su viaje, con la ayuda de la gravedad de la Tierra y Marte, finalmente llegará al cinturón principal de asteroides y orbitará al cometa 133P/Elst-Pizarro en 2019 para explorarlo estudiar su entorno y el H_2O o materiales orgánicos en él.

La misión china Zheng He sería lanzada en 2022 a bordo de un cohete Long March CZ-3B y durará unos 10 años, durante ese tiempo, la nave espacial reunirá una variedad de datos, lo que ayudará a los científicos a comprender mejor la composición, estructura, órbita, rotación, forma y tamaño de los dos objetos, entre otras características, una vez que se complete esa parte de la misión, la nave espacial continuará su viaje más allá en el espacio, apuntando al cinturón de asteroides entre las órbitas de Marte y Júpiter.



Caroline - 133P/Elst-Pizarro (2021)

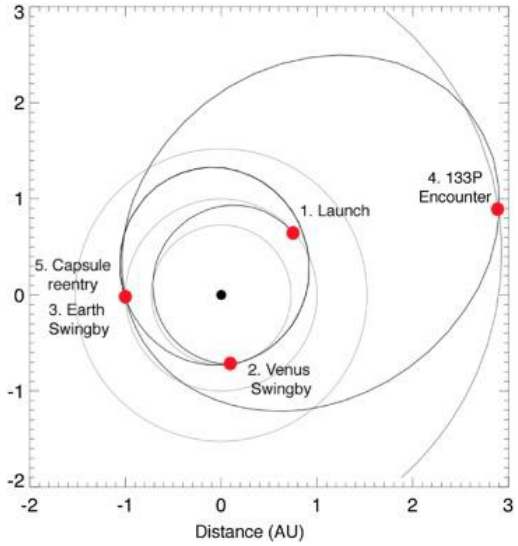
Caroline fue una propuesta de misión presentada a la ESA en 2010 en respuesta al llamado de Cosmic Vision M3 para misiones de tamaño mediano, esta pequeña misión altamente habría viajado al cometa 133P/Elst-Pizarro para capturar material de su coma/cola de polvo, llevándolo de regreso a la Tierra para un análisis de laboratorio altamente detallado, la captura del polvo se lograría mediante el uso de aerogel (similar a la misión Stardust).



Mientras capturaba el polvo del cometa 133P/Elst-Pizarro, Caroline escudriñaría el núcleo con una cámara visible y un espectrómetro de mapeo IR térmico, buscando la fuente del polvo y mapeando la morfología y mineralogía de la superficie del cuerpo, un instrumento separado detectaría impactos de polvo en el escudo protector de la nave espacial.

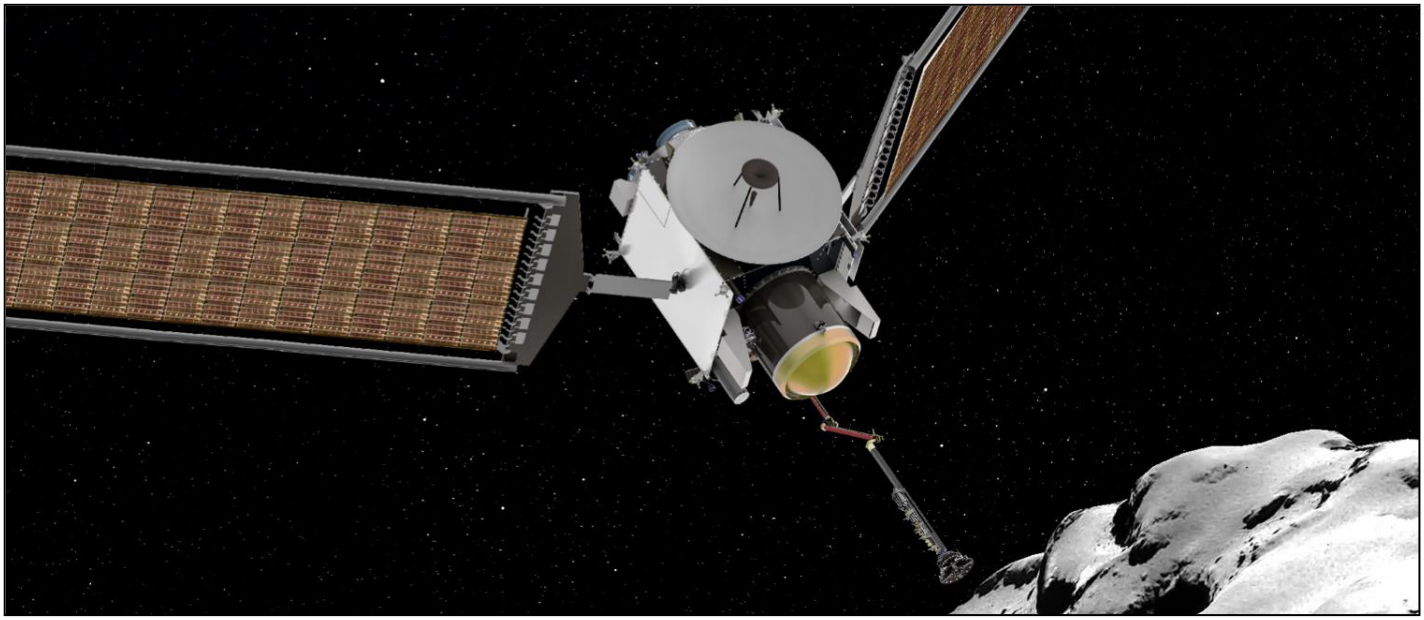
Además de capturar el polvo del cometa del cinturón principal de asteroides, Caroline también habría recogido por separado el polvo del cinturón de asteroides por primera vez; esto probablemente habría sido una mezcla de material de numerosos objetos que constituiría una bonanza de nueva información en sí misma.

La misión se habría lanzado a bordo de un cohete Soyuz-Fregat a fines de 2021 y luego de las oscilaciones de Venus y la Tierra, volaría más allá de 133P/Elst-Pizarro en mayo de 2025 con una velocidad relativa baja para la captura de polvo, la cápsula habría sido devuelta a la Tierra en 2027, todas las tecnologías clave para esta misión se habían demostrado previamente, asegurando una nave espacial robusta y rentable, además de la información encontrada por el análisis de la coma devuelto, los instrumentos de teledetección podrían haber obtenido una gran cantidad de información, el instrumento más importante de este tipo habría sido un sistema de cámara de imagen visible que mediría las propiedades de volumen básicas del núcleo (tamaño, forma, albedo de superficie) permitiría estudios de características morfológicas de superficie (cráteres, áreas activas) y también se podía usar para mapear jets y otras características de la coma, además de la ciencia, la cámara óptica se usaría para la navegación, Caroline finalmente no fue seleccionada por la Agencia Espacial Europea durante la llamada M3



CAESAR – 67/P Churyumov-Gerasimenko (2024)

Esta misión es una de los dos proyectos finalistas del concurso de propuestas de exploración del Sistema Solar de la NASA New Frontiers, entre otras propuestas finalmente el 20-12-2018 se eligieron dos misiones CAESAR y Dragonfly, una sonda que sobrevolará diversas regiones de Titán (luna de Saturno) y una misión que se propone recoger muestras de un núcleo cometario, denominada CAESAR (**C**omet **A**strobiology **E**xploration **SA**mple **R**eturn).



La misión sería de un gran avance científico porque su objetivo es recoger muestras de la superficie del cometa y traerlas de vuelta a la Tierra, la nave tiene un diseño similar a las sondas OSIRIS-REx de la NASA y Hayabusa-2 de la agencia espacial del Japón (JAXA) que se proponen recoger muestras de asteroides y regresarlas, no esta prevista descender sobre el cometa, sino que lo sobrevolará luego de estar varios meses en órbita para elegir el sitio, utilizando un brazo robótico en lo que se conoce como TAG (Touch-And-Go) se acercará lo suficiente a la superficie como para extender un brazo robótico que generará una especie de disparo de Nitrógeno para que las partículas del regolito de la superficie del núcleo se acumulen en el contenedor en el otro extremo del brazo, se prevé recoger entre 100 y 800 grs de polvo y gas cometario, con fragmentos de hasta 4,5 cm, luego el sistema separará las sustancias volátiles de las sólidas en contenedores separados y preservará las muestras en frío, la sonda volvería a nuestro planeta y las muestras contenidas en una cápsula que proveerá JAXA (ya ha recuperado muestras del asteroide Itokawa en 2010 con la misión Hayabusa-1), su lanzamiento sería en 2024 y su objetivo será el cometa 67/P Churyumov-Gerasimenko en 2029 y para 2038 ya se tendrían las muestras en la Tierra.

Los dos años de observación continua de la misión Rosetta(como también el poco tiempo del aterrizador Philae) generaron una enorme cantidad de datos, es el cometa más conocido en todos sus aspectos, es el único del que se tiene cartografía (fundamental, no solamente para programar la extracción de material sino también para que los datos que se extraigan de ese material se complementen con los de la misión europea) la misión tiene un atractivo, poder analizar los componentes orgánicos o tolinas que se sabe por la misión Rosetta que existen en el cometa, análisis que podría realizarse en los laboratorios terrestres.

Comet Interceptor (2028)

Comet Interceptor ha sido seleccionada como la primera misión Fast de la Agencia Espacial Europea (ESA) en su programa Cosmic Vision, con tres naves espaciales, será la primera misión que visite un cometa prístino (que apenas ha comenzado su viaje hacia el Sistema Solar interior) y que conserva material no procesado que data de los albores de la formación del Sistema Solar.

La misión viajará a un cometa aún por determinar, y lo sobrevolará en su acercamiento hacia el Sol, las tres naves espaciales realizarán observaciones simultáneas desde múltiples puntos alrededor del cometa, creando por primera vez un perfil 3D de un objeto dinámicamente nuevo, esto ampliará así los logros científicos de misiones predecesoras.

Hasta ahora, todos los cometas estudiados desde misiones espaciales son cometas de corto periodo, es decir, objetos que se han acercado al Sol varias veces y que, por lo tanto, han sufrido modificaciones, estudiar un cometa prístino constituye un desafío porque estos objetos solo pueden detectarse cuando se acercan al Sol por primera vez, lo que reduce mucho el tiempo para planificar y lanzar una misión, sin embargo, los avances tecnológicos ya permiten desarrollar misiones de estas características, con la nueva generación de poderosos telescopios de reconocimiento está descubriendo estos cometas tan lejos que sí existe margen suficiente para que puedan constituir el objetivo de una misión espacial.

La misión comprende tres naves espaciales, la nave madre, esperará en el punto Lagrange L2 (situado a 1,5 millones de Km de la Tierra en dirección opuesta al Sol) a que el equipo científico detectara un objetivo adecuado; cuando este se defina, viajará hacia él y los tres módulos se separarán unas semanas antes de interceptar el cometa, cada módulo estará equipado con una carga útil científica complementaria, que brindará diferentes perspectivas del núcleo del cometa y su entorno de gas, polvo y plasma.

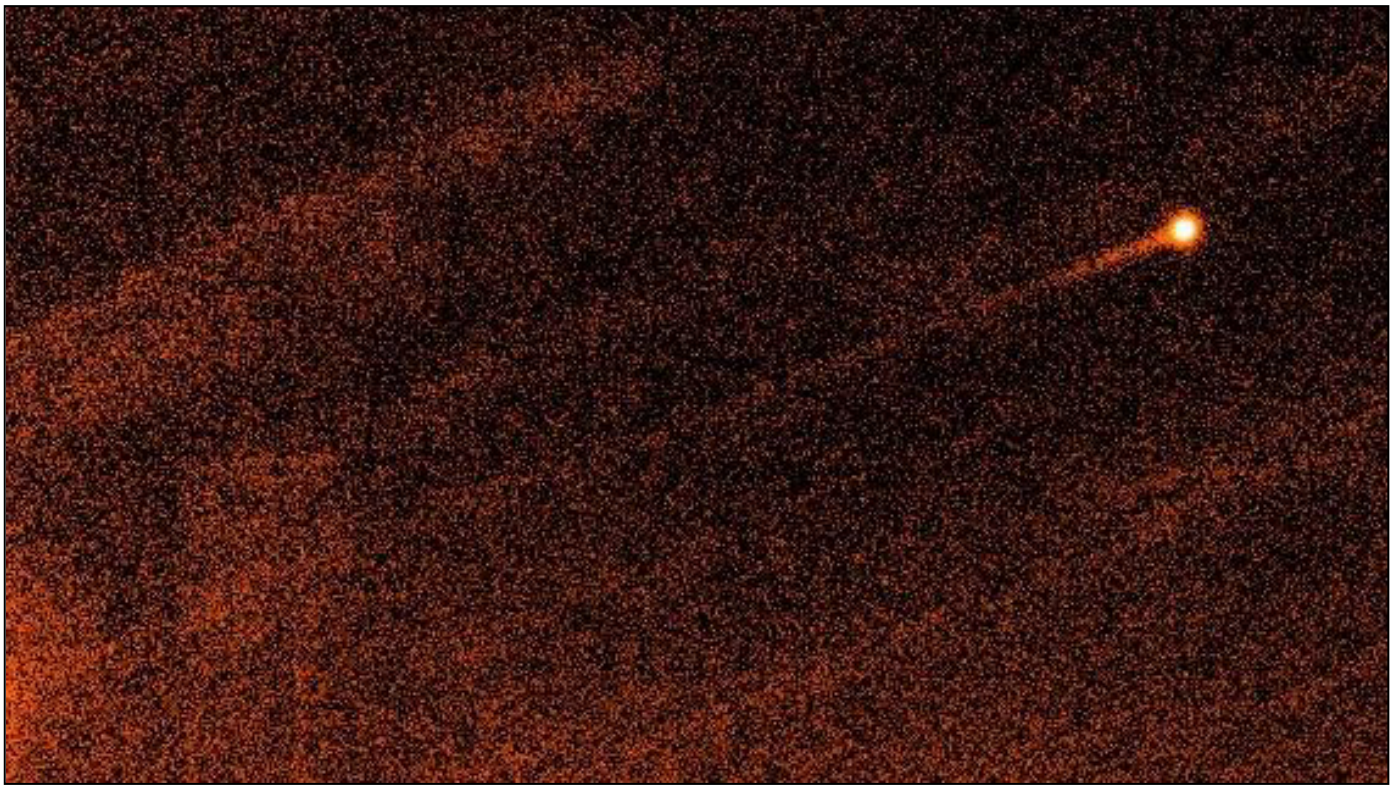
Las misiones clase Fast (con un peso de lanzamiento de menos de 1000 Kg) compartirán el viaje al espacio con una misión de clase media, aprovechando el espacio adicional en el lanzador y el impulso al punto L2, Comet Interceptor será lanzado en 2028 junto a la misión Ariel (estudio de exoplanetas), ambas misiones se enviarán al punto L2 y desde allí viajará hacia el objetivo elegido utilizando su propio sistema de propulsión.

Castalia- 133P/Elst-Pizarro (2028)

Se trata de una misión propuesta para un encuentro con un cometa del cinturón principal (MBC), 133P/Elst-Pizarro antes de su paso por el perihelio ya que el período activo esperado comienza alrededor de un mes antes del perihelio, con lanzamiento propuesto en 2018 a bordo de un cohete Soyuz-Fregat o Ariane-6 y llegada al cometa en 2035 los MBC son una población recientemente descubierta de cuerpos aparentemente helados dentro del cinturón principal de asteroides entre Marte y Júpiter, que pueden representar los restos de la población que suministró agua a la Tierra primitiva.

Castalia realizará la primera exploración de esta población caracterizando a 133P/Elst-Pizarro en detalle, resolviendo el enigma de la actividad del MBC y realizando las primeras mediciones in situ de H^2O en el cinturón de asteroides, como sucesora de la exitosa misión Rosetta, Castalia permitirá la comparación directa entre clases muy diferentes de cometas, incluida la medición de relaciones críticas de isótopos, propiedades de plasma y polvo, también contará con el primer sistema de radar para visitar un cuerpo menor, mapeando el hielo en el interior.

La misión Castalia se propuso, en versiones ligeramente diferentes, a las llamadas ESA M4 y M5 dentro del programa Cosmic Vision, por razones de masa y potencia, no todos los experimentos adecuados se pueden incluir en la carga científica de Castalia, para alcanzar las metas y objetivos científicos de la misión, se proponen los instrumentos científicos agrupados en cuatro paquetes de instrumentos , cada uno con subsistemas de instrumentos aportados por separado basados en instrumentos anteriores, estos son: Paquete de reconocimiento de superficie MBC : cámaras visibles, IR cercanas y térmicas, Paquete interior del cuerpo MBC: radares y radiociencia, Paquete de material y composición MBC: espectrómetros de masas para gas y polvo, contador de polvo, Paquete de entorno de plasma MBC: instrumentos de plasma y magnetómetro



Comet Hitchhiker

Desarrollado en el Jet Propulsion Laboratory en Pasadena, California, plantea una nueva manera de entrar en órbita y aterrizar en cometas, como asteroides, utilizando la energía cinética, un sistema de sujeción reutilizable reemplazaría la necesidad de usar un combustible como propulsor para entrar en órbita y aterrizar, por lo que el combustible no sería un problema, de acuerdo con el concepto de diseño que está en estudio de fase I del Innovative Advanced Concepts (NIAC) Program, del Space Technology Mission Directorate (NASA).

En vuelo cercano al objetivo, lo primero que haría Comet Hitchhiker sería enviar una cuerda extensible hacia el cometa y unirse al mismo utilizando un arpón unido a la cuerda, luego la nave desenrollaría la cuerda mientras se aplica un freno que haría adquirir energía a la nave espacial mientras ésta se acelera (técnica es análoga a la pesca en la Tierra) una vez que la nave espacial empareja su velocidad con la del cometa está lista para aterrizar con sólo enrollar la cuerda y descender suavemente.

Cuando sea el momento de pasar a otro destino celestial, la nave espacial usaría la energía acumulada para desenrollar rápidamente la cuerda, lo que enviaría a la nave lejos hacia su próximo objetivo, este tipo de tecnología podría ser utilizada para múltiples objetivos en el cinturón principal de asteroides o el cinturón de Kuiper, incluso en mas de una misión, los investigadores calcularon que la cuerda tendría que ser alrededor de 100/1000 Km de largo para que la maniobra de parada de la nave espacial pueda funcionar, también tendría que ser extensible y capaz de absorber los tirones, evitando dañarse o cortarse por pequeños meteoritos, los pasos a seguir para estudiar el concepto son hacer más simulaciones de alta fidelidad y tratar de lanzar un mini-arpón a un blanco que imite el material que se encuentra en un cometa o asteroide.

Noticias

Acto de inaugural de la Sociedad Lunar Argentina

El día 1-03- 2019, en la ciudad de Paraná, provincia de Entre Ríos, quedó inaugurada la Sociedad Lunar Argentina (SLA) una nueva asociación astronómica especializada en los estudios lunares, los objetivos de la SLA pueden resumirse en la promoción y la difusión de la observación y la exploración lunar, tendrá su sede en las ciudades hermanas y vecinas de Santa Fe y Paraná, esta iniciativa no hubiera sido posible sin el apoyo institucional de la Liga Iberoamericana de Astronomía (LIADA) y del Centro de Observadores del Espacio (CODE) de Santa Fe y el patrocinio del Observatorio Nova Persei II de la ciudad de Formosa y la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral.

El acto inaugural contó con una nutrida concurrencia, además del público en general asistieron miembros de la LIADA, CODE de Santa Fe, Asociación Entrerriana de Astronomía (AEA) de Entre Ríos, Taller Astronómico Alfa Centauro de Sunchales (Santa Fe), Observatorio Nova Persei II de Formosa, Comisión Casildense del Espacio (COCADE) de Casilda (Santa Fe) y de la Asociación de Aficionados a la Astronomía (AAA) de la vecina República Oriental del Uruguay.

Los objetivos principales de la SLA son: difundir las actividades de colaboración entre astrónomos profesionales y astrónomos amateurs (PRO-AM), partiendo de revalorizar la observación lunar rigurosa por aficionados en el marco de programas de observación con control o patrocinio de profesionales, difundir la historia de la astronomía en general y de la astronomía planetaria y lunar en particular, especialmente lo relacionado con la astronáutica y la exploración del espacio y en el marco de una estructura federativa y promover la creación de centros o sociedades lunares en el país y en el exterior, para formar parte de la Sociedad Lunar Argentina hay que contactarse por el siguiente e-mail: sociedadlunarargentina@gmail.com.

La SLA aspira a ampliar la participación de observadores lunares latinoamericanos, especialmente argentinos, como viene haciendo desde 2015 la Sección Lunar de la Liga Iberoamericana de Astronomía con los programas lunares de ALPO, y a además pretende hacer conocer la maravillosa aventura de la exploración lunar, desde Tierra y en la superficie de nuestro satélite, la exploración pasada y la que vendrá, el evento inaugural incluyó tres conferencias: “Observación y exploración lunar: Pasado, presente y futuro” (Alberto Anunziato), “Movimientos Lunares” (Prof. Dr. Raúl Roberto Podestá) y “Un reloj en la Luna” (Dr. Roberto Aquilano).

Fuentes de información y fotos vertidas en la publicación

Blog Cometasentrerios.blogspot.com, Alberto Anunziato

China National Space Agency (CNSA)

European Space Agency (ESA)

ESA Bulletin N° 60, 1989

Encounters 86, ESA, 1986

National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Wikipedia, enciclopedia virtual

JPL, Annual Report, 1972-1973

CAPSULA ESPACIAL REVISTA DIGITAL

CAPSULA ESPACIAL

capsula-espacial.blogspot.com